

TEXTE

21/2021

# Gebündelte Infrastruk- turplanungen und -zulassungen und integrierter Umbau von regionalen Versorgungssystemen – Herausforderungen für Umwelt- und Nachhaltigkeitsprüfungen **INTEGRIS**

Abschlussbericht



TEXTE 21/2021

Ressortforschungsplan des Bundesministerium für  
Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit

Forschungskennzahl 3716 15 103 0

FB000413

# **Gebündelte Infrastrukturplanungen und -zulassungen und integrierter Umbau von regionalen Versorgungssystemen – Herausforderungen für Umwelt- und Nachhaltigkeitsprüfungen**

## **INTEGRIS**

Abschlussbericht

von

Jutta Niederste-Hollenberg, Frank Marscheider-Weidemann, Valerie Benes  
Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Karlsruhe

Kinga Chojnowski, Elke Weingarten, Wolfgang Peters  
Bosch & Partner GmbH, Berlin


Nils Wegner, Frank Sailer  
Stiftung Umweltenergierecht, Würzburg


Im Auftrag des Umweltbundesamtes

## Impressum

### Herausgeber

Umweltbundesamt  
Wörlitzer Platz 1  
06844 Dessau-Roßlau  
Tel: +49 340-2103-0  
Fax: +49 340-2103-2285  
[info@umweltbundesamt.de](mailto:info@umweltbundesamt.de)  
Internet: [www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de)

 [/umweltbundesamt.de](https://www.facebook.com/umweltbundesamt.de)

 [/umweltbundesamt](https://twitter.com/umweltbundesamt)

### Durchführung der Studie:

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI  
Breslauer Straße 48  
76139 Karlsruhe

Bosch & Partner GmbH  
Kantstraße 63a  
10627 Berlin

Stiftung Umweltenergierecht  
Ludwigstraße 22  
97070 Würzburg

### Abschlussdatum

Juni 2020

### Redaktion

Fachgebiet I 2.5 Nachhaltige Raumentwicklung, Umweltprüfungen  
Daniel Reißmann

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, Januar 2021

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

## **Kurzfassung**

Durch die gemeinsame Verlegung und Bündelung von verschiedenen Infrastrukturen für Strom, Wasser, Gas, Informations- und Kommunikationsdienste, Fernwärme, Abwasser u. a. in einer Trasse werden geringere Umweltbelastungen sowie soziale und ökonomische Vorteile erwartet. Bündelungsgebote bzw. Bündelungsmöglichkeiten sind zum Teil auch rechtlich verankert, etwa im Naturschutzrecht oder im Raumordnungsrecht. INTEGRIS hat die Klärung von Verfahrensfragen zur Planung und Zulassung und die Bewertung der Nachhaltigkeit im Rahmen der Regionalentwicklung mit Blick auf zukünftige Anforderungen an Infrastrukturen zum Ziel.

Die im Projekt durchgeführte Nachhaltigkeitsbewertung am Beispiel des Bauvorhabens der Kommunalen Netze Eifel (KNE) hat gezeigt, dass prinzipiell eine gebündelte Verlegung von Infrastrukturen einer ungebündelten Verlegung vorzuziehen ist. Aus den Vergleichsergebnissen der Umweltwirkungen gebündelter und ungebündelter Infrastrukturen sowie aus der rechtlichen Einordnung leiten sich abschließend Empfehlungen für die Planungspraxis ab.

Eine Betrachtung von möglichen Zukunftsszenarien macht die Notwendigkeit einer gestaltenden Politik deutlich. Aktuell wird gerade im IKT-Bereich eine klare Koordination aller Akteure und Maßnahmen als unbedingt notwendig erachtet, um einen gleichmäßigen Ausbau zu erreichen.

Die einzelnen Sektoren sind zukünftig enger miteinander verzahnt; Knotenpunkte als Punkte der Umwandlung verschiedener Energieträger werden wichtiger. Eine Strategie, die eine sektorübergreifende Planung beinhaltet und bspw. mindestens Knotenpunkte vorsieht, an denen sich verschiedenen Infrastrukturen "treffen", ist daher sinnvoll und notwendig

## **Summary**

Bundling and laying different infrastructures for electricity, water, gas, information and communication services, district heat, wastewater etc. in one joint line is expected to have social and economic advantages, and reduce negative environmental effects. Some bundling requirements or bundling options are anchored in law, for instance, in the Nature Conservation Act or the Regional Planning Act. INTEGRIS aims to clarify procedural issues concerning planning and authorisation, and the assessment of sustainability in the context of regional development with regard to future requirements for infrastructures.

The sustainability assessment conducted in the project using the example of the construction project by a regional utility provider, Kommunale Netze Eifel (KNE) in Germany, shows that, in principle, laying bundled infrastructures is preferable to laying unbundled ones. Finally, recommendations for planning practice are derived from comparing the environmental impacts of bundled and unbundled infrastructures, and from the legal classification.

An analysis of possible future scenarios makes it clear that the state must structure and shape policies. Especially in the field of ICT, clear coordination of all the involved actors and measures is currently regarded as absolutely essential in order to achieve consistent expansion.

The individual sectors will become more closely interconnected in future; nodes will become more important as the points at which different energy carriers are converted. A strategy that includes cross-sectoral planning and at least provides for nodes at which different infrastructures "meet" therefore makes sense and is necessary.

*Vielen Dank an alle Expertinnen und Experten, die uns in diesem Projekt in Interviews, Workshops und im Projektbeirat unterstützt haben. Our thanks go to all the experts who supported us in this research project. Thank you for your cooperation in interviews, the advisory board and the workshops!*

## Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	11
Tabellenverzeichnis.....	12
Abkürzungsverzeichnis.....	15
Zusammenfassung.....	20
Summary.....	25
1 Einleitung.....	30
1.1 Ziel- und Begriffsdefinition.....	31
2 Praxis gebündelter Infrastrukturvorhaben - Status Quo.....	34
2.1 Das Regionale Verbundsystem Westeifel der Kommunalen Netze Eifel (KNE).....	34
2.1.1 KNE-Workshop zur Vorbereitung der Analysen.....	38
2.2 Recherche und Analyse weiterer regionaler Fallbeispiele.....	39
2.2.1 Vorgehensweise der Recherche zu gebündelten Infrastrukturvorhaben in Deutschland.....	39
2.2.1.1 Auswertung der Fachliteratur.....	39
2.2.1.2 Auswertung von Pressemeldungen.....	40
2.2.1.3 Internetrecherche.....	40
2.2.1.4 Akteursbefragung (Planungsbehörden, Fachverbände, Unternehmen).....	40
2.2.1.5 Ergebnisse der Recherche.....	40
2.2.2 Analyse der Fallstudien.....	41
2.2.2.1 Grobscreening.....	41
2.2.2.2 Vertiefende Analyse ausgewählter Projekte.....	44
2.2.3 Stand der Praxis der Bündelung regionaler Infrastruktur.....	45
2.2.4 Planungs- und genehmigungsrechtliche Besonderheiten integrierter Infrastrukturvorhaben.....	45
3 Vergleichende Nachhaltigkeitsbewertung gebündelter und ungebündelter Infrastrukturen am Beispiel der Kommunalen Netze Eifel (KNE).....	47
3.1 Einführung.....	47
3.2 Methodik.....	48
3.2.1 Indikatoreauswahl.....	48
3.2.1.1 Systemgrenzen.....	50
3.2.1.2 Indikatorkatalog.....	50
3.2.2 Methodischer Ansatz.....	55
3.3 Fallbeispiel KNE - Anwendung des Bewertungsansatzes und Ergebnisse.....	56

3.3.1	Bewertung des Projektes der KNE .....	57
3.3.1.1	Expertengespräch .....	59
3.3.2	Ergebnisse .....	60
4	Vergleich der Umweltwirkungen von gebündelten und ungebündelten Infrastrukturen am Beispiel der Kommunalen Netze Eifel (KNE) .....	63
4.1	Methodik.....	63
4.1.1	Grundlage der Vergleichsanalyse auf Basis des DPSIR-Ansatzes.....	63
4.1.2	Ermittlung der als Vergleichsparameter genutzten raumunabhängigen Umweltwirkungen nach dem DPSIR-Ansatz .....	64
4.1.2.1	Darstellung des Vorhabentyps.....	64
4.1.2.2	Analysierte integrierte Bündelung.....	65
4.1.2.3	Analysierte Einzelsysteme in der Einzelverlegung.....	66
4.1.2.4	Ermittlung der Wirkfaktoren und Wirkintensitäten für den Vergleich .....	66
4.1.2.5	Analysierte Bündelungskonstellationen .....	67
4.1.2.6	Festlegung abgeleiteter Annahmen für den Vergleich.....	68
4.1.3	Bewertung der raumunabhängigen Umweltwirkungen .....	72
4.1.4	Ermittlung der raumabhängigen Auswirkungen auf die betroffene Umwelt.....	74
4.1.5	Ermittlung bestehender Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen im offenen Grabenbau .....	74
4.2	Ergebnisse .....	74
4.2.1	Wirkungsbezogene Vergleichsergebnisse .....	74
4.2.2	Identifikation von Räumen mit besonderer Wertigkeit und besonderer Empfindlichkeit gegenüber Wirkungen .....	79
4.2.3	Identifikation bestehender Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen im offenen Grabenbau .....	81
4.2.4	Zwischenfazit .....	84
5	Rechtliche Untersuchung Status quo .....	85
5.1	Erkenntnisinteresse, Fragestellung und Untersuchungsgegenstand der rechtlichen Teiluntersuchung .....	85
5.2	Annäherung an die rechtlichen Eigenheiten und relevanten Konstellationen bei der Planung und Errichtung leitungsgebundener Infrastrukturen.....	86
5.2.1	Eigenheiten aufgrund des engen räumlichen Zusammenhangs.....	86
5.2.2	Eigenheiten und Vielfalt der Konstellationen in zeitlicher Hinsicht .....	87
5.2.3	Eigenheiten aufgrund der potenziellen Vielfalt an Vorhabenträgern .....	88
5.2.4	Ableitung relevanter Konstellationen.....	89

5.3	Allgemeiner Rechtsrahmen für die Planung und Zulassung leitungsgebundener Infrastrukturen.....	89
5.3.1	Vorgelagerte Planungen .....	90
5.3.2	Zulassungsebene.....	92
5.3.3	Zwischenergebnis .....	93
5.3.4	Übersicht: Allgemeiner planungs- und zulassungsrechtlicher Rahmen einzelner leitungsgebundener Infrastrukturen .....	94
5.4	Materielle Bündelungsfragen .....	102
5.4.1	Ausgangspunkt: Die Entscheidung für eine gebündelte Ausführung als Entscheidung des Vorhabenträgers.....	102
5.4.1.1	Das Initiativrecht des Vorhabenträgers.....	102
5.4.1.2	Zwischenergebnis .....	104
5.4.2	Staatliche Einwirkung auf vorgelagerten Planungsebenen .....	104
5.4.2.1	Raumplanerische Trassierung.....	104
5.4.2.2	Möglichkeiten und Grenzen der Einwirkung vorgelagerter (Raum-) Planungen .....	110
5.4.2.3	Zwischenergebnis .....	112
5.4.3	Staatliche Einwirkung auf Zulassungsebene.....	113
5.4.3.1	Nachvollziehende Prüfung der Einhaltung relevanter öffentlich-rechtlicher Vorschriften .....	113
5.4.3.2	Alternativen-/Variantenprüfung.....	113
5.4.3.3	Hemmnisse für die Antizipation künftiger Bedarfsänderungen.....	118
5.4.3.4	Zwischenergebnis .....	122
5.4.4	Zwischenfazit: Materielle Bündelungsfragen .....	122
5.5	Verfahrensrechtliche Bündelungsfragen .....	122
5.5.1	Einheitliches Zulassungsverfahren über Vorhabenbegriff.....	122
5.5.1.1	Reichweite des Vorhabenbegriffs.....	122
5.5.1.2	Integration von Neben- und Begleitmaßnahmen.....	124
5.5.2	Einheitliches Zulassungsverfahren nach § 75 Abs. 1 S. 1 VwVfG (Folgemaßnahmen) ...	124
5.5.3	Einheitliches Zulassungsverfahren nach § 78 VwVfG (Zusammentreffen mehrerer Vorhaben) .....	125
5.5.4	Einheitliches Zulassungsverfahren nach §§ 2 Abs. 3, 26 NABEG .....	127
5.5.5	Abschnittsbildung im Fachplanungsrecht.....	128
5.5.6	Verfahrenserleichterungen bei Überplanungen.....	129
5.6	Informations- und Zugriffsrechte.....	129
5.6.1	Fehlen entsprechender Regelungen bei fast allen Infrastrukturen.....	129



5.6.2	Informations- und Zugriffsrechte im Bereich des Breitbandausbaus.....	130
5.6.2.1	Anwendungsbereich .....	131
5.6.2.2	Informations- und Auskunftsansprüche (Transparenz).....	131
5.6.2.3	Mitnutzung .....	132
5.6.2.4	Koordinierung von Bauarbeiten .....	133
5.7	Zwischenfazit: Begrenzte Einwirkungsmöglichkeiten und verfahrensrechtliche Hemmnisse.....	134
6	Infrastrukturbündelung vor dem Hintergrund zukünftiger Entwicklungen .....	136
6.1	Umfeldszenarien .....	137
6.1.1	Szenarienerzählungen.....	139
6.1.2	Infrastrukturszenarien .....	141
6.1.3	Ergänzende Experteninterviews .....	141
6.2	Zusammenfassende Schlussfolgerungen aus den Zukunftsszenarien .....	147
7	Fazit und Empfehlungen.....	149
7.1	Vergleich der qualitativen und quantitativen Bewertung der ökologischen Indikatoren ..	149
7.2	Konsequenzen aus dem Vergleich der Umweltwirkungen .....	150
7.3	Fazit aus der Szenarienbetrachtung.....	155
7.4	Empfehlungen für die Fortentwicklung des Rechtsrahmens.....	155
7.4.1	Überlegungen zu konkreten Fortentwicklungsmöglichkeiten.....	156
7.4.1.1	Stärkere Einwirkung auf unternehmerische Entscheidungen .....	156
7.4.1.2	Erleichterung der Umsetzung von Bündelungsvorhaben.....	160
7.4.2	Von der Bündelung zur Kopplung – Rechtsfragen und Forschungsbedarf.....	163
8	Quellenverzeichnis .....	165
A	Anhang 1: Recherche von Fallbeispielen gebündelter Infrastrukturen .....	179
A.1	Recherche Fachliteratur.....	179
A.2	Kontaktierte Institutionen und Akteure.....	182
A.3	Kontaktierte regionale Planungsverbände und Planungsstellen (u. ä.).....	184
A.4	Kontaktierte Städte- und Gemeindebünde sowie Gemeinde- bzw. Städtetage .....	185
A.5	Steckbriefe zur vertiefenden Analyse von sieben Projekten zu gebündelter Infrastruktur	186
B	Anhang 2: Workshop KNE - Dokumentation zum Expert*innenworkshop.....	200
B.1	Ziel des Workshops .....	200
B.2	Rahmen .....	200
B.3	Diskussionsrunde 1: Umweltwirkungen .....	201
B.4	Diskussionsrunde 2: Rechtliche Fragen.....	221

B.5	Diskussionsrunde 3: Sozioökonomische Indikatoren.....	226
B.6	Zusammenfassung und Ausblick.....	233
C	Anhang 3: Nachhaltigkeitsbewertung.....	234
C.1	Indikatorkatalog I - Gesamtheit der in der Quellenrecherche gefundenen potenziellen Indikatoren.....	234
D	Anhang 4: Ausführliche Liste verwendeter Fachliteratur und Regelwerke zur Ermittlung von Indikatoren, Kenn- und Messwerten in der Einzelverlegung.....	240
E	Anhang 5: Ausführliche Vergleichsergebnisse der Umweltwirkungen gebündelter und ungebündelter Infrastrukturen .....	242
F	Anhang 6: Ausführliche Darstellung ermittelter Vermeidungsmaßnahmen zum integrierten Grabenbau.....	245
G	Anhang 7: Workshop zu Infrastrukturszenarien auf Basis des Umfeld-Workshops .....	250

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Darstellung der vergleichenden Betrachtung beider Varianten (gebündelt & ungebündelt) über die ausgewählten Indikatoren (eigene Darstellung basierend auf: Expertengespräch und KNE-Planungsunterlagen).....	21
Figure 2:	Diagram of the comparative analysis of both variants (bundled and unbundled) using the selected indicators (own illustration based on expert interviews and KNE planning documents) ....	26
Abbildung 3:	Übersicht Trassenverlauf mit Bauabschnitten und rot markiertem 10,19 km-Abschnitt außerhalb der UVPG-Zulassung der Wasserleitung (IGR und Pecher, 2016) .....	36
Abbildung 4:	Grabenprofil und Grabenbelegung Abzweig Hochbehälter Jungenbüsch bis Abzweig Hochbehälter Sauerberg (IGR und Pecher, 2016).....	37
Abbildung 5:	Medienschematische Darstellung der Versorgungsleitungen in der Haupttrasse (IGR und Pecher, 2016).....	37
Abbildung 6:	Lebensphasen eines Infrastrukturbaus bei der Bewertung der ökologischen, ökonomischen und sozialen Nachhaltigkeit (eigene Darstellung basierend auf: DIN, 2016) .....	50
Abbildung 7:	Darstellung der vergleichenden Betrachtung beider Varianten (gebündelt & ungebündelt) über die ausgewählten Indikatoren (eigene Darstellung basierend auf: Expertengespräch und KNE-Planungsunterlagen).....	62
Abbildung 8:	Definition der Begrifflichkeiten nach dem DPSIR-Ansatz in INTEGRIS (Eigene Abbildung).....	63
Abbildung 9:	Analyseraster zur vergleichenden Analyse der Umweltwirkungen gebündelter und ungebündelter Infrastrukturen .....	65
Abbildung 10:	Ermittlung der Einzelleistung für die Gegenüberstellung .....	73
Abbildung 11:	Szenarioanalyse - Schaubild (Quelle: eigene Darstellung, Fraunhofer ISI) .....	136
Abbildung 12:	Dokumentation der Workshop-Ergebnisse zur Szenarientwicklung.....	137
Abbildung 13:	Fadendiagramm der Umfeldszenarien.....	138
Abbildung 14 :	Modular aufgebauter Infrastruktursammelkanal in Berlin TXL .....	187
Abbildung 15:	Analyseraster zur vergleichenden Bilanzierung der Umweltwirkungen gebündelter und ungebündelter Infrastrukturen .....	201
Abbildung 16:	Sachgerechte Annahmen zum Vergleich gebündelter und ungebündelter Infrastrukturen aus der Expert*innenrunde (nachgestellte Metaplanwand) .....	218

Abbildung 17:	Weiter zu betrachtende Umweltwirkungen (nachgestellte Metaplanwand) .....	220
Abbildung 18:	Folien zu Impulsvortrag "Rechtliche Rahmenbedingungen" ..	222
Abbildung 19	Folien zu Impulsvortrag "Rechtliche Rahmenbedingungen" ..	223
Abbildung 20	Folie zur Diskussionsrunde „Rechtliche Rahmenbedingungen“ .....	224
Abbildung 21	Folie zur Diskussionsrunde „Rechtliche Rahmenbedingungen“ .....	225
Abbildung 22:	Arbeitsschritte der 3ten Expert*innenrunde .....	226
Abbildung 23:	Identifizierte sozioökonomische Faktoren im Rahmen von Vorplanung und Planung sowie deren Priorisierung.....	228
Abbildung 24:	Identifizierte sozioökonomische Faktoren im Rahmen von Herstellung, Bau und Rückbau sowie deren Priorisierung .....	229
Abbildung 25:	Impulsfolie für die Expert*innenrunde zu den Infrastrukturen der Zukunft .....	230

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Ergebnisse der Recherche von Beispielprojekten gebündelter Infrastruktur .....	42
Tabelle 2:	Übersicht der in Phase 1 zur Indikatorenauswahl verwendeten Literatur der Kategorien A, B, C (eigene Darstellung) .....	48
Tabelle 3:	Konsolidierte Indikatorenliste .....	51
Tabelle 4:	INTEGRIS-Indikatorcatalog - Basisvariante, anzupassen auf die jeweiligen Projekte .....	53
Tabelle 5:	KNE-Indikatorcatalog.....	56
Tabelle 6:	Übersicht über Daten aus den KNE-Planunterlagen. Einteilung in quantitative und qualitative Indikatoren sowie Zuordnung zur Bezugsquelle der Daten (eigene Darstellung) .....	57
Tabelle 7:	Quantitative Indikatoren mit zugehörigen Daten aus KNE-Dokumenten (eigene Darstellung basierend auf: KNE-Planungsunterlagen).....	58
Tabelle 8:	Qualitative Indikatoren mit zugeordneten Skalenwerten aus KNE-Dokumenten (eigene Darstellung basierend auf: KNE-Planungsunterlagen).....	58
Tabelle 9:	Übersicht der bewerteten Indikatoren mit zugehörigen Endergebnissen als bezogene Werte beider Varianten (G und UG) (eigene Darstellung basierend auf: Expertengespräch und KNE-Planungsunterlagen).....	60
Tabelle 10:	Auswahl der zu untersuchenden Fälle aus den Genehmigungsunterlagen (IGR & Dr. Pecher AG 2016a) .....	66
Tabelle 11:	Variablen zur Kalkulation der Umweltwirkungen in der Einzelverlegung (Einheit in Metern) .....	67

Tabelle 12:	Standardisierte Annahmen von Arbeitsstreifenbreiten für die Bilanzierung der Umweltwirkungen (Einheit in Metern) .....69
Tabelle 13:	Abgeleitete Annahmen für die Fläche zur Lagerung des Erdaushubs für die Bilanzierung der Umweltwirkungen (Einheit in Quadratmetern) .....70
Tabelle 14:	Leitungstypabhängige Auswahl von Baufahrzeugen und -geräten zur Ermittlung der Schadstoffemissionen über den Kraftstoffverbrauch .....70
Tabelle 15:	Abgeleitete Annahmen zur Schadstoffemissionen in Abhängigkeit des Leitungstyps und des erforderlichen Arbeitsschrittes.....71
Tabelle 16:	Abgeleitete Annahmen der Leistung bei der Grabenherstellung.....72
Tabelle 17:	Einschätzung der Bündelungsoption durch den integrierten Infrastrukturbau im offenen Grabenbau.....73
Tabelle 18:	Vergleichstabelle ermittelter Faktoren zur Darstellung der Umweltwirkungen aus der Gegenüberstellung der Bündelung und der Einzelverlegung während des Baus und der Anlage gebündelter und ungebündelter unterirdischer Infrastrukturen .....76
Tabelle 19:	Liste bedeutsamer und empfindlicher Indikatorflächen- und Raumeigenschaften (Eigene Tabelle auf Grundlage von BNetzA 2019).....79
Tabelle 20:	Zusammenstellung von Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen für den (integrierten) Grabenbau....83
Tabelle 21:	Rechtsrahmen einzelner leitungsgebundener Infrastrukturen94
Tabelle 22:	Vergleich der Wirkungsfaktoren der untersuchten Indikatoren der Nachhaltigkeitsbewertung (Kapitel 3) und der vertieften Umwelt-Analyse (Kapitel 4) .....149
Tabelle 23:	Aufbereitung der Rechercheergebnisse im Bereich Fachzeitschriften .....179
Tabelle 24:	Kontaktierte Planungsstellen/-verbände (101) in den Bundesländern.....184
Tabelle 25:	Kontaktierte Städte- und Gemeindebünde sowie Gemeinde- bzw. Städtetage .....185
Tabelle 26:	Projekt-Steckbriefe für Seerhein Unterquerung von Konstanz-Stromeyersdorf (BW) nach UW-Tägerwilen (CH) (Nr. 5).....187
Tabelle 27:	Projekt-Steckbrief für Düsseldorf, Heerdter Dreieck (Nr. 11) 190
Tabelle 28:	Projekt-Steckbrief für Köln, Rheindüker (Nr. 12) .....192
Tabelle 29:	Projekt-Steckbrief für Speyer, Rheinufer Nord (Nr. 16) .....195
Tabelle 30:	Projekt-Steckbrief für Markkleeberg, Wachau-Nord (Nr. 21) 197

Tabelle 31:	Auswahl der fallsystemspezifischen Untersuchungsgegenstände aus den Genehmigungsunterlagen (IGR & Dr. Pecher AG 2016a).....	202
Tabelle 32:	Einschlägige Literatur .....	203
Tabelle 33:	Variablen zu den Leitungssystemen bei der Kalkulation der Umweltbilanzierung .....	203
Tabelle 34:	Standardisierte Annahmen von Arbeitsstreifenbreiten in m für die Bilanzierung der Umweltwirkungen .....	205
Tabelle 35:	Standardisierte Annahmen für die Fläche in m <sup>2</sup> zur Lagerung des Erdaushubs zur Bilanzierung der Umweltwirkungen.....	205
Tabelle 36:	Vergleichstabelle zu temporären Umweltwirkungen im Zuge des Baus gebündelter und ungebündelter unterirdischer Infrastrukturen .....	207
Tabelle 37:	Vergleichstabelle zur bilanzierenden Auswertung von dauerhaften Umweltwirkungen durch die Anlage gebündelter und ungebündelter Infrastrukturkanäle.....	215
Tabelle 38:	Identifizierte sozioökonomische Faktoren im Rahmen des Betriebs sowie deren Priorisierung .....	228
Tabelle 39:	Infrastrukturen der Zukunft.....	231
Tabelle 40:	Workshop-Ergebnis: Erwartete Zukunftsentwicklungen nach Themen zusammengefasst.....	232
Tabelle 41:	Indikatorenkatalog-I ökologische Dimension der Nachhaltigkeit (eigene Darstellung basierend auf: Literatur aus Kap. 3) .....	234
Tabelle 42:	Indikatorenkatalog-I ökonomische Dimension der Nachhaltigkeit (eigene Darstellung basierend auf: Literatur aus Kap. 3) .....	235
Tabelle 43:	Indikatorenkatalog-I soziale Dimension der Nachhaltigkeit (eigene Darstellung basierend auf: Literatur aus Kap. 3) .....	237
Tabelle 44:	Ausführliche Liste verwendeter Fachliteratur und Regelwerke zur Ermittlung von Indikatoren, Kenn- und Messwerten in der Einzelverlegung für den konventionellen Tiefbau und das Pflugverfahren .....	240
Tabelle 45:	Vergleichstabelle der baulichen und anlagebedingten Umweltwirkungen gebündelter und ungebündelter unterirdischer Infrastrukturen .....	242
Tabelle 46:	Zusammenstellung von Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen zum integrierten Grabenbau .....	245
Tabelle 47:	Infrastrukturentwicklung in Szenario BLAU.....	250
Tabelle 48:	Infrastrukturentwicklung in Szenario ORANGE .....	253

## Abkürzungsverzeichnis

<b>AEG</b>	Allgemeines Eisenbahngesetz
<b>AFID</b>	Alternative Fuels Infrastructure Directive
<b>AöR</b>	Anstalt öffentlichen Rechts
<b>ARL</b>	Akademie für Raumforschung und Landesplanung
<b>Art.</b>	Artikel
<b>BauGB</b>	Baugesetzbuch
<b>BauNVO</b>	Baunutzungsverordnung
<b>BBodSchG</b>	Bundes-Bodenschutzgesetz
<b>BBPlG</b>	Bundesbedarfsplangesetz
<b>Beschl.</b>	Beschluss
<b>BEV</b>	Battery Electric Vehicle
<b>BfN</b>	Bundesamt für Naturschutz
<b>BGW</b>	Bundesverband der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft, bis 2007. Heute Teil des BDEW (Bundesverband der deutschen Energie- und Wasserwirtschaft)
<b>Bmvit</b>	Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie
<b>BNatSchG</b>	Bundesnaturschutzgesetz
<b>BNetzA</b>	Bundesnetzagentur
<b>BW</b>	Baden-Württemberg
<b>BWVI</b>	Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation
<b>BY</b>	Bayern
<b>CFP</b>	Carbon Footprint
<b>CH</b>	Schweiz
<b>CO<sub>2</sub></b>	Kohlenstoffdioxid
<b>DA</b>	Außendurchmesser
<b>DBU</b>	Deutsche Bundesstiftung Umwelt
<b>DenkmalSG NRW</b>	Denkmalschutzgesetz Nordrhein-Westfalen
<b>DigiNetzG</b>	Gesetze zur Erleichterung des Ausbaus digitaler Hochgeschwindigkeitsnetze
<b>DIN</b>	Deutsches Institut für Normung
<b>DN</b>	Nennweite (Innendurchmesser)
<b>DPSIR</b>	Driving forces, Pressures, States, Impacts and Responses
<b>DVGW</b>	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches
<b>DWA</b>	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
<b>EE</b>	Erneuerbare Energien

<b>EEG</b>	Erneuerbare-Energien-Gesetz
<b>EEWärmeG</b>	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz
<b>EFRE</b>	Europäischer Fonds für Regionale Entwicklung
<b>EnLAG</b>	Energieleitungsausbaugesetz
<b>EnWG</b>	Energiewirtschaftsgesetz
<b>EnWG ZuVO</b>	Verordnung des Umweltministeriums über energiewirtschaftliche Zuständigkeiten (Baden-Württemberg)
<b>EOK</b>	Erdoberkante
<b>ETCS</b>	European Train Control System
<b>ETRS</b>	European Terrestrial Reference System
<b>EU</b>	Europäische Union
<b>Euwid</b>	Europäischer Wirtschaftsdienst
<b>FCEV</b>	Fuel Cell Electric Vehicle
<b>FFH</b>	Flora-Fauna-Habitat
<b>FStrG</b>	Fernstraßengesetz
<b>FW</b>	Fernwärme
<b>G</b>	Gebündelt
<b>GG</b>	Grundgesetz
<b>GmbH</b>	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
<b>GSTT</b>	German Society for Trenchless Technology e. V.
<b>H2</b>	Wasserstoff
<b>ha</b>	Hektar
<b>HDD</b>	Horizontal Directional Drilling
<b>HGÜ</b>	Hochspannungsgleichstrom-Übertragungsleitungen
<b>HMUKLV</b>	Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
<b>HMWEVL</b>	Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen
<b>HoL</b>	Hochspannungsleitung
<b>IBA</b>	Important Bird Area
<b>IBUe</b>	IBUe Ingenieurbüro für Umwelt und Energie GmbH & Co. KG
<b>IBV</b>	Interessengemeinschaft Begehbare Versorgungskanäle
<b>IFB</b>	Institut für Bauforschung
<b>IGR</b>	Ingenieurgesellschaft Rockenhausen
<b>IKT</b>	Informations- und Kommunikationstechnologie
<b>IÖR</b>	Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung



<b>ISI</b>	Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung
<b>ISK</b>	Infrastrukturkanal
<b>ISO</b>	International Organization for Standardisation
<b>IWES</b>	Fraunhofer-Institut für Windenergiesysteme
<b>KA</b>	Kläranlage
<b>Kg</b>	Kilogramm
<b>KNE</b>	Kommunale Netze Eifel AöR
<b>KRITIS</b>	Kritische Infrastrukturen
<b>KrWG</b>	Kreislaufwirtschaftsgesetz
<b>KSR</b>	Kabelschutzrohr
<b>kV</b>	Kilovolt
<b>LAWA</b>	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser
<b>LBO BW</b>	Landesbauordnung Baden-Württemberg
<b>Lfdm</b>	Laufender Meter
<b>LkW</b>	Lastkraftwagen
<b>LNatSchG</b>	Landesnatorschutzgesetz
<b>LVwG</b>	Landesverwaltungsgesetz
<b>LWG BW</b>	Landeswassergesetz Baden-Württemberg
<b>LWL</b>	Lichtwellenleiterkabel
<b>MIV</b>	Motorisierter Individualverkehr
<b>MS</b>	Mittelspannung
<b>NABEG</b>	Netzausbaubeschleunigungsgesetz
<b>Nds</b>	Niedersachsen
<b>NABEG</b>	Netzausbaubeschleunigungsgesetz
<b>NRW</b>	Nordrhein-Westfalen
<b>NW</b>	Nordrhein-Westfalen
<b>O2</b>	Mobilfunknetz
<b>OD</b>	Horizontaler Außendurchmesser
<b>PHEV</b>	Plugin Hybrid Electric Vehicle
<b>PTX</b>	Power-to-X
<b>RdE</b>	Recht der Energiewirtschaft
<b>Rn.</b>	Randnummer
<b>ROG</b>	Raumordnungsgesetz
<b>RohrFLtgV</b>	Rohrfernleitungsverordnung

<b>RohrZuVO</b>	Verordnung des Umweltministeriums über Zuständigkeiten bei Rohrleitungsanlagen nach dem Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung
<b>RoVO</b>	Raumordnungsverordnung
<b>RStO</b>	Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen
<b>RUB</b>	Ruhr-Universität Bochum
<b>RVWE</b>	Regionales Verbundsystem Westeifel
<b>RWTH</b>	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen
<b>SDG</b>	Sustainable Development Goals
<b>SenStadtUm</b>	Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt
<b>SFA</b>	Strategische Folgenabschätzung
<b>StMUV</b>	Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz
<b>StrG BW</b>	Straßengesetz für Baden-Württemberg
<b>Stuva</b>	Studiengesellschaft für unterirdisches Bauen
<b>SUP</b>	Strategische Umweltprüfung
<b>SWD</b>	Stadtwerke Düsseldorf
<b>SWT</b>	Stadtwerke Trier
<b>TEN-V</b>	Transeuropäisches Verkehrsnetz
<b>TEU</b>	Twenty-foot Equivalent Unit
<b>ThüWaldG</b>	Thüringisches Waldgesetz
<b>TK</b>	Telekommunikation
<b>TKG</b>	Telekommunikationsgesetz
<b>TMWWDG</b>	Thüringer Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitale Gesellschaft
<b>TRWV</b>	Technische Regeln Wasserverteilungsanlagen
<b>TU</b>	Technische Universität
<b>TW</b>	Trinkwasser
<b>UBA</b>	Umweltbundesamt
<b>UG</b>	Ungebündelt
<b>UN</b>	United Nations
<b>UNESCO</b>	Organisation der Vereinten Nationen für Bildung, Wissenschaft und Kultur
<b>Urt.</b>	Urteil
<b>UVP</b>	Umweltverträglichkeitsprüfung
<b>UVPG</b>	Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz
<b>VDE</b>	Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik
<b>VDI</b>	Verein Deutscher Ingenieure
<b>VERUM</b>	Vereinfachte Umweltbewertung des Umweltbundesamtes

<b>VSchRL</b>	Vogelschutzrichtlinie
<b>VwVfG</b>	Verwaltungsverfahrensgesetz
<b>WHG</b>	Wasserhaushaltsgesetz
<b>ZDB</b>	Zeitschriftendatenbank
<b>ZustVO</b>	Zuständigkeitsverordnung
<b>ZustVVerk</b>	Verordnung über Zuständigkeiten im Verkehrswesen

## Zusammenfassung

Technische Infrastrukturen sind wesentliche Faktoren für den Erhalt unserer Lebensqualität und Voraussetzung für eine erfolgreiche wirtschaftliche Entwicklung. Umgekehrt wirken Veränderungen von Umwelt und Gesellschaft zurück auf Infrastrukturen und ihre Entwicklung.

Durch die gebündelte Verlegung von verschiedenen Infrastrukturleitungen (wie Strom, Wasser, Gas, Glasfaserleitung, Telefon, Fernwärme, Abwasser) in einer gemeinsamen Trasse werden im Allgemeinen geringere Umweltbelastungen sowie soziale und ökonomische Vorteile erwartet. Bündelungsgebote bzw. Bündelungsmöglichkeiten sind dabei zum Teil auch rechtlich verankert, etwa im Naturschutzrecht oder im Raumordnungsrecht. Inwieweit ihre Verankerung genügt, um ggf. abweichende Handlungslogiken von Vorhabenträgern maßgeblich zu beeinflussen und so einen insgesamt nachhaltigeren Ausbau leitungsgebundener Infrastrukturen zu erreichen, bleibt insoweit aber unklar.

Das übergeordnete Ziel dieses Forschungsvorhabens ist es, vor diesem Hintergrund herauszufinden, ob und unter welchen Voraussetzungen eine Bündelung unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten vorteilhaft ist. Hauptaugenmerk liegt auf regionalen Bündelungsvorhaben unterirdischer, linienhafter Infrastrukturen.

### **Bewertung der Praxis gebündelter Infrastrukturvorhaben - Status Quo**

Die Bandbreite des Untersuchungsspektrums zur Bündelung ist groß. Die Recherche über den Stand der Planungspraxis bei der Bündelung von Infrastrukturen zeigt zahlreiche Gemeinsamkeiten der Projekte hinsichtlich ihrer überwiegend innerstädtischen Lage, der im Einzelnen durchgeführten Genehmigungsverfahren und ihrer integriert vorgenommenen Planung und Durchführung. Gleichzeitig stellt die Übersicht heraus, dass für eine vergleichende Untersuchung mit dem regionalen Verbundsystem Westeifel der Kommunalen Netze Eifel (KNE) kein weiteres regionales Fallbeispiel in Deutschland in Frage kommt.

Aus diesem Grund findet die Auswertung technischer, organisatorischer und rechtlicher Wirkungen sowie der jeweiligen Umweltwirkungen mittels einer Nachhaltigkeitsanalyse anhand des Referenzbeispiels "Regionales Verbundsystem Westeifel" der KNE statt.

### **Nachhaltigkeitsbewertung**

Die im Projekt durchgeführte Nachhaltigkeitsbewertung am Beispiel des Bauvorhabens der KNE hat gezeigt, dass grundsätzlich eine gebündelte Verlegung von Infrastrukturen einer ungebündelten Verlegung vorzuziehen ist.

Aufgrund der wenig detaillierten Informationen zu dem analysierten Fallbeispiel Westeifel der KNE wurde das Bewertungsvorgehen vereinfacht durchgeführt (vgl. Abbildung 1). Die ungebündelte Variante weist in mehr Indikatoren negative Auswirkungen auf als die Leitungsbündelung.

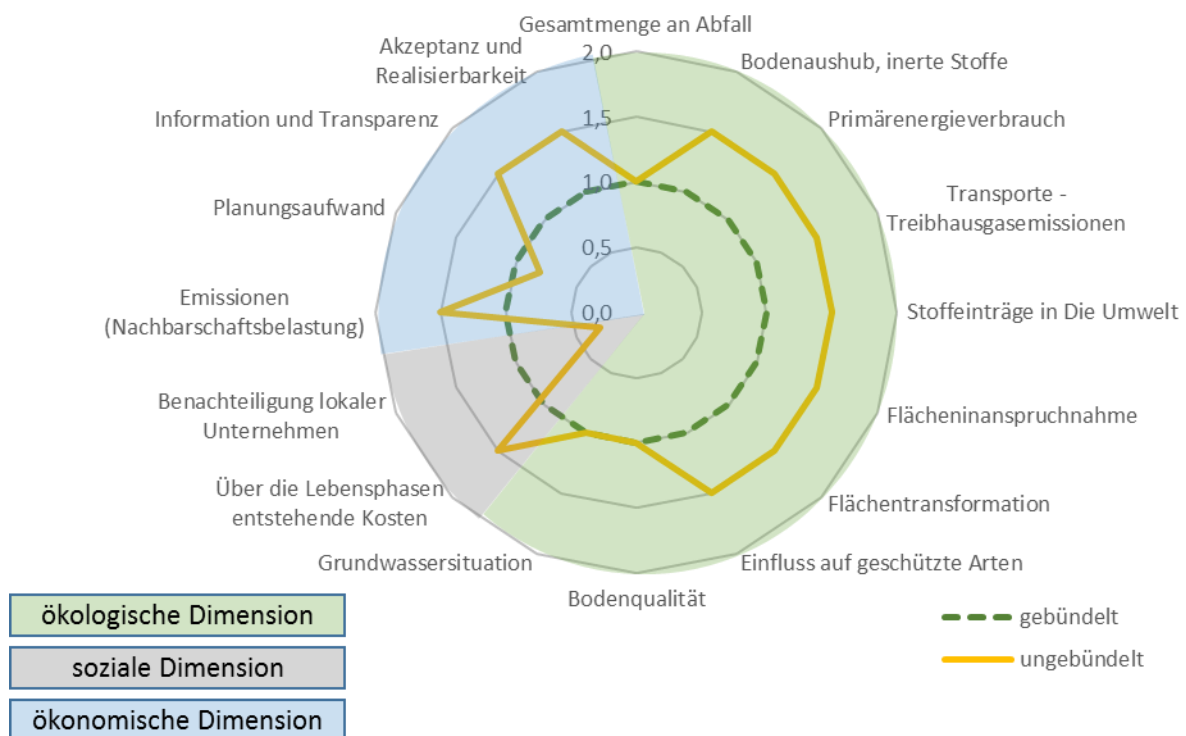
Die gebündelte Variante ist bei den Indikatoren Bodenaushub, Primärenergieverbrauch, Treibhausgasemissionen, Stoffeinträge in die Umwelt, Flächeninanspruchnahme, Flächentransformation, Einfluss auf geschützte Arten, über die Lebensphasen entstehende Kosten, Emissionen (Nachbarschaftsbelastung), Information und Transparenz sowie Akzeptanz und Realisierbarkeit besser als die ungebündelte Variante.

Die Wahl der Bauvariante hat keine Veränderungen bei der Abfallmenge, der Bodenbelastung und Grundwassersituation zur Folge.

Bei zwei Indikatoren ist die ungebündelte Variante günstiger als die gebündelte: Bei der ungebündelten Variante ist der Planungsaufwand geringer, da bei der gebündelten Variante z. B.

mehr Beteiligte in den Planungs- und Genehmigungsprozess einbezogen und eine längere Laufzeit für die Planung einkalkuliert werden muss. Auch die Benachteiligung lokaler Unternehmen ist bei der ungebündelten Variante geringer, da hier die Größenordnung der Projekte nicht so hoch ist, dass das Vergabeverfahren auf europaweiter Ebene stattfinden muss, wodurch es für größere transnationale Unternehmen interessant wird, sich zu bewerben, während lokale Unternehmen dadurch eher benachteiligt sind. Diese Benachteiligung lässt sich bei gebündelten Infrastrukturen dadurch reduzieren, dass die Ausschreibung in kleineren Losen erfolgt.

**Abbildung 1: Darstellung der vergleichenden Betrachtung beider Varianten (gebündelt & ungebündelt) über die ausgewählten Indikatoren (eigene Darstellung basierend auf: Expertengespräch und KNE-Planungsunterlagen)**



Diese Bewertung ist bezogen auf das konkrete Fallbeispiel KNE. Für die Indikatoren lagen zum Teil konkrete Zahlen vor, zum größten Teil wurden sie aber durch qualitative Einschätzungen von projektbeteiligten Experten gewonnen. Während grundsätzlich und ohne Regionalbezug die Aussage getroffen werden kann, dass gebündelte Varianten von Infrastrukturen nachhaltiger sind, können in einzelnen Projekten auch regional vorliegende Besonderheiten (Biotope, Biodiversität, Lage von Grundwasserleitern o. a.) diese Aussage umkehren.

**Bewertung des Vergleichs der Umweltwirkungen von gebündelten und ungebündelten Infrastrukturen am Beispiel der Kommunalen Netze Eifel (KNE)**

Die Nachhaltigkeitsbewertung ergänzt die detaillierte Untersuchung der leitungstypischen Umweltwirkungen von gebündelten im Vergleich mit ungebündelten Infrastrukturvorhaben.

Ziel dieser ist es, zunächst die leitungstypischen Umweltwirkungen zu identifizieren und sie dann am Beispiel des Verbundprojekts in der Westeifel der Kommunalen Netze Eifel (KNE) mit jenen Umweltwirkungen einer getrennten Verlegung der bisher in der Westeifel verbauten Infrastrukturen zu vergleichen. Betrachtet werden ausschließlich verlegte Infrastrukturgräben in

der offenen Grabenbauweise (Regelbauweise) ohne Nebenanlagen. Das gilt sowohl für das Referenzbeispiel für die integrierte Bündelung als auch für die zum Vergleich angenommene fiktive Einzelverlegung der entsprechenden Leitungssysteme.

Die Vergleichsergebnisse zeigen, dass die Umweltwirkungen durch die integrierte Bündelung deutlich reduziert werden können. Ein großer Teil der Wirkungen fällt bei integrierter Verlegung um das Zwei- bis Dreifache geringer aus als in der Einzelverlegung gleicher Medien. Die Reduktion wirkt sich insbesondere auf die Flächeninanspruchnahme, Bodenverdichtung und den Bodenauf- und -abtrag während der Bauphase aus, weil auf der einen Seite durch die Anordnung der Leitungssysteme in einem Graben die Arbeitsstreifenbreite sowie das Volumen des zu bewegenden und zwischenzulagernden Bodens auf der anderen Seite, reduziert werden. Weiterhin können mit der Bündelung auch durch den einmaligen Einsatz von Baugeräten und -maschinen der Ausstoß von Stäuben und Gasen und mit ihm die Emissionen deutlich gesenkt werden. Anlagenseitig führt die integrierte Bündelung zu einer Verringerung der Schutzstreifenbreite des holzfrei zu haltenden Leitungstreifens, weil die Berechnung der Schutzstreifenbreite mit jedem weiteren zu integrierenden Leitungssystem anteilmäßig erfolgt. Das führt zu einer Minderung der Umweltauswirkungen auf die betroffenen Schutzgüter Boden, Fläche, Tiere, Pflanzen und Biologische Vielfalt aufgrund geringerer Flächeninanspruchnahme und geringerer Bodenarbeiten in der Bauphase insgesamt. Sie begünstigt aber auch die Umweltauswirkungen auf das Klima und die Luft. Anlagenseitig werden die Umweltauswirkungen auf die o. g. Schutzgüter sowie auf das Schutzgut Landschaft gemindert.

Nur beim Vergleich der Umweltwirkung für den Lichtwellenleiter fallen die Werte in der Einzelverlegung im konventionellen Tiefbau höher aus als bei der Wahl des Pflugverfahrens. Denn die Durchführung wesentlicher Arbeitsschritte erfolgt in einem Arbeitsvorgang, wodurch die im Baufeld erforderliche Flächeninanspruchnahme entfällt. Dies führt dazu, dass das Pflugverfahren für die Verlegung des Lichtwellenleiters in der Einzelverlegung umweltschonender ist.

Die integrierte Verlegung verringert die Umweltwirkung vor allem in besonders empfindlichen Flächen wie z. B. Schutzgebieten. Aus diesem Grund besteht in diesen Flächen besonderer Bündelungsbedarf. Allerdings findet die Verlegung mehrerer linienhafter Infrastrukturen bisher nur in seltenen Fällen auf regionaler Ebene statt. Das ist anders als im innerstädtischen Bereich. Dort ist die integrierte Verlegung in all ihren technischen Möglichkeiten gängige Praxis. Das technische Potential der integrierten Verlegung aus dem innerstädtischen Bereich und ihr Know-how darüber sollte auf regionaler Ebene Anwendung finden.

Über die integrierte Verlegung hinaus können die Umweltauswirkungen neuer Infrastruktursysteme auch durch geschlossene Bauweise und flächensparendes Bauen weiter reduziert werden.

**Szenarien:** Bei integrierten Infrastruktursystemen wird die Notwendigkeit einer gestaltenden Politik deutlich. Eine Erwartung aus den Zukunftsszenarien ist, dass die Szenarien, in denen der Staat sich aus einer Gestaltung der notwendigen Transformationsprozesse heraushält, in eher dystopischen Umwelt- und Gesellschaftszukünften enden. Aktuell wird gerade im IKT-Bereich eine klare Koordination aller Akteure und Maßnahmen als unbedingt notwendig erachtet, um einen gleichmäßigen Ausbau zu erreichen.

Die einzelnen Sektoren sind zukünftig enger miteinander verzahnt; Knotenpunkte als Punkte der Umwandlung verschiedener Energieträger werden wichtiger. So wird bspw. Strom zu Wärme (Wärmepumpen), zu Wasserstoff oder synthetischen Kraftstoffen (PtL). Abwasser kann als Wärmequelle für Nahwärmenetze dienen, Wasserstoff in Brennstoffzellen verstromt werden oder Biogas in BHKWs. Eine Strategie, die eine sektorübergreifende Planung beinhaltet und bspw. mindestens Knotenpunkte vorsieht, an denen sich verschiedenen Infrastrukturen "treffen", ist daher sinnvoll und notwendig.

Die **juristische Teiluntersuchung** geht zum einen der Frage nach, ob, wie und in welchen Fällen der geltende Rechtsrahmen für leitungsgebundene Infrastrukturen vorsieht, dass diese gebündelt werden sollen und ob und in welcher Weise Vorhabenträger hierzu durch rechtliche Regelungen verpflichtet werden. Zum anderen wird der geltende Rechtsrahmen daraufhin untersucht, welche Regelungen die Leitungsbündelung in adäquaten Fällen fördern und welche eine Bündelung hemmen oder ihr gar entgegenstehen. Auch im Rahmen der juristischen Untersuchung wird dabei von der Arbeitshypothese ausgegangen, dass die Bündelung von Leitungsvorhaben in bestimmten Fällen mit Nachhaltigkeitsvorteilen einhergeht. Anders als die übrigen Teiluntersuchungen zielt die juristische Prüfung jedoch nicht auf die Überprüfung dieser Hypothese ab.

In materiell-rechtlicher Hinsicht zeigt die Untersuchung des geltenden Rechtsrahmens, dass sowohl die Instrumente vorgelagerter Raumplanungen auf den Ebenen der Raumordnung und der Bauleitplanung als auch im Rahmen der Zulassungsverfahren von Leitungsinfrastrukturen nur sehr begrenzt eine gebündelte Ausführung der unterschiedlichen Leitungsvorhaben erzwungen werden kann. Bei der Entscheidung über das „Ob“ eines Vorhabens liegt das Initiativrecht bei den allermeisten Leitungsinfrastrukturen allein bei den Vorhabenträgern. Ausnahmen kennt das Recht nur dort, wo – wie etwa bei Energieleitungen – Ausbaupflichten geregelt sind. Bei der Frage des „Wie“, d. h. der Ausgestaltung eines Vorhabens, müssen die Vorhaben zwar mit den Anforderungen vorgelagerter Raumplanungen sowie den übrigen Zulassungsanforderungen in Einklang stehen. Eine Verpflichtung zu einer gebündelten Ausführung wird hier jedoch allenfalls in eher seltenen Ausnahmefällen begründet.

Für die Ebenen vorgelagerter Raumplanungen ist dies insbesondere dadurch begründet, dass zwar unterschiedliche Trassierungsgrundsätze in der planerischen Abwägung für die Ausweisung gebündelter Trassenverläufe sprechen (namentlich der Bündelungsgrundsatz des § 1 Abs. 5 BNatSchG). Nicht nur müssen diese Trassierungsgrundsätze im Einzelfall aber mit gegenläufigen Grundsätzen abgewogen werden, die für eine Trennung von Infrastrukturtrassen streiten können (bspw. der Grundsatz der Trennung kritischer Infrastrukturen, vgl. § 2 Abs. 2 Nr. 3 S. 4 ROG). Die resultierenden Ausweisungen in den Raumplänen besitzen vielmehr in aller Regel allein freihaltenden, nicht aber auch zuweisenden Charakter. Dies bedeutet, dass die getroffenen Ausweisungen zwar der Realisierung solcher anderweitigen Vorhaben entgegenstehen, welche im Widerspruch zu den Ausweisungen an Ort und Stelle stehen. Aus dieser sichernden oder freihaltenden Wirkung für die ausgewiesenen Leitungsvorhaben folgt jedoch nicht zugleich, dass die ausgewiesene Infrastruktur nicht auch an anderer Stelle im Planungsraum und in anderer Art und Weise, etwa ungebündelt, realisiert werden darf. Das Vorhaben wird mithin durch die Ausweisungen ganz regelmäßig nicht einem bestimmten Standort zugewiesen und insoweit für das übrige Plangebiet ausgeschlossen. Eine solche Wirkung ist im Recht der Raumplanung vielmehr nur ganz ausnahmsweise vorgesehen.

Auch die staatlichen Einwirkungsmöglichkeiten auf Zulassungsebene sind sehr begrenzt, unterscheiden sich aber auch nach dem jeweils anwendbaren Zulassungsrecht. Im Grundsatz sind sie dort vorhanden, wo die behördliche Zulassung eine Prüfung alternativer Ausführungsvarianten (sog. Alternativenprüfung) umfasst. Am stärksten ist diese im Rahmen der zwischen Planungs- und Zulassungsebene angesiedelten Raumordnungsverfahren ausgeprägt, da die hier vorgesehene Alternativenprüfung jedenfalls rechtlich nicht auf solche Varianten beschränkt wird, die der Vorhabenträger selbst zum Gegenstand des Verfahrens gemacht hat. Während Alternativenprüfungen auch in den fachplanungsrechtlichen Zulassungsverfahren vorgesehen sind und gewisse behördliche Einwirkungsmöglichkeiten auf den Trassenverlauf von Vorhaben eröffnen, ist dies im Rahmen gebundener Zulassungen nicht der Fall. Die Behörden haben hier keinerlei Ab-

wägungsspielräume, die Vorhabenträger einen Anspruch auf Zulassung des Vorhabens, wie beantragt, wenn dem gewählten Verlauf nicht ausnahmsweise unüberwindbare Hindernisse entgegenstehen. An Einwirkungsmöglichkeiten fehlt es zudem weitgehend auch dort, wo Leitungsinfrastrukturen ohne vorangehendes Zulassungsverfahren umgesetzt werden können, weil es an einer Genehmigungspflicht ganz fehlt.

Nicht nur sieht der geltende Rechtsrahmen danach nur in sehr beschränktem Maße Möglichkeiten vor, von behördlicher Seite auf die gebündelte Ausführung von Leitungsvorhaben hinzuwirken. Vielmehr finden sich auch sowohl materiell-rechtliche als auch verfahrensrechtliche Regelungen, die eine Ausführung von Leitungsinfrastrukturen als gebündelte Vorhaben erschweren und dadurch hemmen, selbst wenn sie von Vorhabenträgern angestrebt werden. In materiell-rechtlicher Hinsicht bestehen solche Hindernisse etwa hinsichtlich der Antizipation künftiger Bedarfsänderungen etwa durch die anfängliche Überdimensionierung von Leitungsvorhaben oder die Verlegung von Leerrohren zur Vorbereitung eines künftigen Ausbaus. Rechtliche Grenzen bestehen hier zum einen aufgrund der erforderlichen Bedarfsprognose und zum anderen aufgrund der Grenzen für eine künftige Bedarfsbefriedigung, deren Vorbereitung bereits in der Gegenwart zu Belastungen etwa bei betroffenen Grundeigentümern führt. Rechtlich ist hier die Grenze zu einer unzulässigen sog. Vorratsplanung zu beachten.

In verfahrensrechtlicher Hinsicht hindern zudem die Begrenzungen der Vorhabensbegriffe der einzelnen Fachrechte vielfach, dass gebündelte Leitungsinfrastrukturen als einheitliche Vorhaben im Rahmen eines einzigen Zulassungsverfahrens genehmigt werden können. Eine Zusammenfassung der grundsätzlich unabhängig voneinander durchzuführenden Genehmigungsverfahren für einzelne Leitungen ist vielmehr nur unter den Voraussetzungen einzelner Ausnahmenvorschriften, namentlich der §§ 75, 78 VwVfG, möglich. Im Übrigen bleibt es bei der Erforderlichkeit gesonderter Verfahren, die den Koordinationsaufwand für die Vorhabenträger erhöhen.

Soweit es nicht um die anfängliche, sondern Formen additiver Bündelungen geht, bei denen eine neue Infrastruktur mit einer vorhandenen Leitung gebündelt werden soll, treten zudem Informations- und Auskunftsansprüche, Rechte zur Mitnutzung vorhandener passiver Infrastrukturen sowie Ansprüche auf die Koordination von Bauarbeiten für die Vorhabenträger als Bedingung für Bündelungsvorhaben in den Vordergrund. Der geltende Rechtsrahmen kennt solche Rechtspositionen bislang allein ausnahmsweise für den Bereich des Ausbaus digitaler Hochgeschwindigkeitsnetze und enthält insoweit im Telekommunikationsgesetz Sonderregelungen, die im Einzelnen analysiert werden.

### **Konsequenzen aus dem Vergleich der Umweltwirkungen**

Aus den Vergleichsergebnissen der Umweltwirkungen gebündelter und ungebündelter Infrastrukturen leiten sich abschließend Empfehlungen für die Planungspraxis ab. Es werden vorhandene Erfahrungen aus der Planungspraxis zur integrierten Verlegung verschiedener Leitungen im konventionellen Grabenbau aufgegriffen und Möglichkeiten zur Etablierung und Implementierung in die Planungspraxis aufgezeigt. Hierfür relevante Akteure werden genannt und ihr Austausch angeregt.

Für die Weiterentwicklung des geltenden Rechtsrahmens werden stärkere Einwirkungen auf die originär unternehmerischen Entscheidungen über die Konzeption von Leitungsvorhaben auf Planungs- und Zulassungsebene diskutiert, dabei aber auch die Grenzen solcher Fortentwicklungen sowie weiterer Forschungsbedarf aufgezeigt. Als Erleichterungen für die Umsetzung von Bündelungsvorhaben werden u. a. Verfahrenserleichterungen erwogen sowie die Übertragung von Informations- und Zugriffsrechten des Telekommunikationsrechts auf andere Leitungsinfrastrukturen diskutiert.



## Summary

Technical infrastructures are essential factors for maintaining our quality of life and a prerequisite for successful economic development. Conversely, changes in the environment and society also affect infrastructures and their development.

Generally, it is expected that bundling different infrastructures (such as electricity, water, gas, fiber-optic cables, telephone, district heat, wastewater) and laying them in a joint line will have lower environmental impacts as well as social and economic benefits. Some bundling requirements or bundling options are anchored in law, for instance, in the Nature Conservation Act or Regional Planning Act. However, it remains unclear to what extent this is sufficient to exert decisive influence where required on project developers who deviate to follow their own plans, and thus to achieve an overall more sustainable expansion of line-bound infrastructures.

The overarching objective of this research project is to discover whether and under which conditions bundling is advantageous from sustainability viewpoints. The main focus is on regional bundling projects of underground, linear infrastructures.

### Assessing the status quo of bundled infrastructure projects

There is a wide range of studies of bundling projects. Research on the status of planning practice in bundling infrastructures shows that the projects display numerous common features with regard to their predominantly urban inner-city location, the individual authorisation procedures, and integrated planning and implementation. At the same time, the review reveals that there is no other regional case example in Germany suitable for a comparative analysis with the "Westeifel Regional Combined Systems" of the Kommunalen Netze Eifel (KNE).

For this reason, assessing the technical, organizational and legal effects as well as the respective environmental impacts using a sustainability analysis is done based on the reference case example "Westeifel Regional Combined Systems" of the KNE.

### Sustainability assessment

The sustainability assessment carried out in the project using the example of the KNE's construction project shows that, in principle, laying bundled infrastructures is preferable to laying unbundled ones.

The assessment procedure was simplified due to the lack of detailed information for the analyzed case example of the KNE (see Figure 2). The unbundled variant shows negative impacts for a larger number of indicators than the bundled variant.

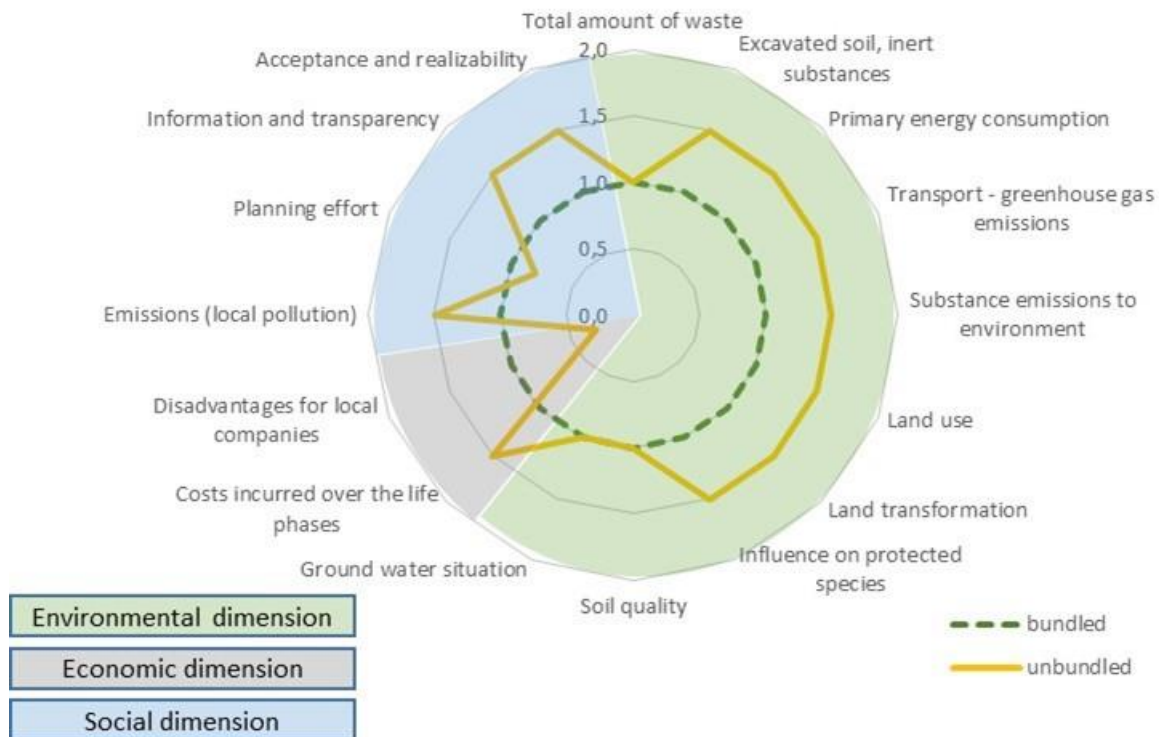
The bundled variant is better than the unbundled one for the indicators soil excavation, primary energy consumption, greenhouse gas emissions, substance emissions to the environment, land use, land transformation, influence on protected species, costs incurred across the life phases, emissions (local pollution/neighborhood pollution), information and transparency as well as acceptance and realizability.

The choice of construction variant made no change to the amount of waste, soil pollution or groundwater situation.

For two indicators, the unbundled variant is more favorable than the bundled one: Planning effort is lower for the unbundled variant, because the bundled variant involves more participants in the planning and authorisation process and planning takes longer. There are fewer disadvantages for local companies with the unbundled variant because the size of the projects is not so large that the award procedure must take place at European level, which makes such projects

more attractive to larger, transnational enterprises, while local companies tend to be disadvantaged this. These disadvantages can be reduced for bundled infrastructures if tendering takes place in smaller lots.

**Figure 2: Diagram of the comparative analysis of both variants (bundled and unbundled) using the selected indicators (own illustration based on expert interviews and KNE planning documents)**



This assessment is based on the concrete case example of KNE. Actual figures were available for some indicators, but most of them were obtained as qualitative estimations by experts involved in the project. While, in principle, and without a regional reference, it is possible to state that bundled variants of infrastructures are more sustainable, this statement may be reversed when considering the specific regional features that exist in individual projects (habitats, biodiversity, location of aquifers or similar).

**Assessment from comparing the environmental impacts of bundled and unbundled infrastructures using the example of the Kommunale Netze Eifel (KNE)**

The sustainability assessment complements the detailed analysis, which compares the typical environmental impacts of bundled infrastructure projects with unbundled infrastructure projects.

The objective is first to identify the environmental effects typically associated with laying infrastructure transport lines. Then the effects of laying combined infrastructures using the example of the construction project of Kommunale Netze Eifel (KNE) in the Westeifel region of Germany are compared with the environmental effects of laying separately installed infrastructures in this region in the past. This only considers infrastructure laid in open trench constructions (standard

construction method) without ancillary facilities. This applies to both the reference case of integrated bundling and to the fictitious separate installation of the corresponding line systems used as a comparison.

The comparative results show that integrated bundling can significantly reduce the environmental impacts. A large proportion of the effects are two to three times smaller for laying integrated infrastructures compared to laying the same media separately. The reduction particularly affects land use, soil compaction and soil application and loss during the construction phase, because arranging the pipes and line systems in one trench reduces both the width of the working strip and the volume of the soil that needs to be moved and temporarily stored. In addition, bundling can also significantly reduce dust and gases and associated emissions as construction equipment and machinery are only used once. On the installation side, integrated bundling leads to a reduction in the width of the protective strip that must be kept free of trees and shrubs, because the width of the protective strip is calculated proportionally to each additional pipeline system to be integrated. This decreases the environmental impacts on the affected protected goods of soil, land, animals, plants and biological diversity due to less land use and less groundwork during the construction phase as a whole. It also has a positive influence on the environmental impacts affecting the climate and air. On the installation side, the environmental impacts on the above-mentioned protected goods and on the landscape are reduced.

The figures for environmental impacts are higher for separate installation only when comparing laying fiber optic cable using conventional civil engineering methods with the plowing method. Using the plowing method means that essential work steps can be carried out in a single operation, which eliminates the land use required on the construction site. As a result, the plowing method is environmentally friendlier when installing fiber optic cable separately.

Integrated installation has a very strong effect on reducing environmental impacts if the region involved is especially sensitive to the respective environmental impacts. For this reason, there is a particular need for bundling in such areas. However, at regional level, laying several linear infrastructures together has rarely taken place so far. This is different in urban inner-city areas. Integrated installation in all its technical possibilities is common practice here. The technical potential of integrated installation from inner-city areas and its know-how should be applied at regional level as well.

Beyond integrated installation, the environmental impacts of new infrastructure systems can be further reduced through closed and space-saving construction methods.

**Scenarios:** The need for the state to structure and shape policies becomes clear in the case of integrated infrastructure systems. One expectation from the future scenarios is that scenarios in which the state does not get involved in structuring the necessary transformation processes will end in rather dystopian futures for the environment and society. At present, clear coordination of all the actors and measures is regarded as crucial, especially in the field of ICT, in order to achieve consistent expansion.

The individual sectors will be more closely interconnected in future; nodes as the points for converting different energy carriers will become more important. For example, power will be converted into heat (heat pumps), hydrogen or synthetic fuels (PtL). Wastewater can be used as a heat source for local district heating networks, hydrogen converted into electricity in fuel cells, or biogas in CHPs. A strategy that includes cross-sectoral planning and at least provides for nodal points, at which different infrastructures “meet”, is therefore useful and necessary.

The **legal part of the study** explores whether, how and in which cases the current legal framework for pipeline-bound infrastructures stipulates that these should be bundled, and whether

and in what way the legal regulations actually oblige project developers to do so. In addition, the current legal framework is also examined to determine which regulations promote bundling in appropriate cases and which regulations hinder or even prevent this. The legal analysis is also based on the working hypothesis that the bundling of pipeline projects is associated with sustainability advantages in certain cases. Unlike the other parts of this study, however, the legal analysis does not aim to test this hypothesis.

From the viewpoint of substantive law, the analysis of the current legal framework shows that the instruments of prior spatial planning at the levels of regional development and urban land-use planning and in the context of authorisation procedures for pipeline infrastructures can only force a bundled execution of different pipeline projects to a very limited extent. For the vast majority of pipeline infrastructures, the right of initiative for deciding “whether” a project is to be carried out is solely with the project developers. The law only provides for exceptions to this where – as is the case for power lines for instance – expansion obligations are regulated. For the question of how a project is conducted, i.e. its design, the projects must comply with the prior spatial planning requirements and the other authorisation requirements. However, an obligation to undertake bundled installation is only justified in rather rare exceptional cases.

For the levels of prior spatial planning, this is especially justified by the fact that different routing principles in planning considerations favor bundled routes (namely the bundling principle of Article 1(5) of the German Federal Nature Conservation Act). However, not only must these routing principles be weighed up in each individual case against opposing principles which may argue in favor of separating infrastructure corridors (for example, the principle of separating critical infrastructures, cp. Article 2(2) No. 3 p. 4 of the German Federal Regional Planning Act *ROG*). The resulting designations in spatial plans are usually intended to keep areas free rather than being allocative in nature. This means that the designations do indeed prevent projects being realized that contradict the designations on site. However, the effect of securing or keeping land free for the designated pipeline projects does not mean that the designated infrastructure may not be realized in a different manner at a different point in the planning area, for instance, unbundled. The designations do not regularly allocate a project to a specific location and exclude it for the rest of the planning area. Such an effect is the absolute exception in spatial planning law.

The state’s possibilities for intervention at the level of authorisations are also very limited, but also vary depending on the applicable authorisation law. In principle, they exist where the official authorisation procedure includes the examination of alternative implementation variants (so-called assessment of alternatives). This is strongest in the context of the regional development processes located between planning and authorisation, because the assessment of alternatives provided for here is not limited – at least legally – to those variants that the project developers themselves have made the subject of the process. While planning law authorisation procedures provide assessments of alternatives and open up certain possibilities for the authorities to influence the routing of projects. However, this is not the case in the context of linked authorisations. The authorities here have absolutely no scope to weigh up alternatives, and the project developers are entitled to have the project approved as it stands if there are no exceptional unsurmountable obstacles to the selected route. The possibility of intervention is also limited where pipeline infrastructures can be implemented without prior approval because there is no obligation to obtain a permit.

Not only does the current legal framework provide very limited possibilities for the authorities to influence the execution of bundled pipeline projects. There are both substantive law and procedural regulations that actually complicate and thereby hinder the execution of pipeline infrastructures as bundled projects, even if these are what the project developers are aiming for.

From a substantive law perspective, such obstacles exist, for instance, with regard to anticipating future changes in demand, e.g. initial overdimensioning of pipeline projects or laying empty conduits in preparation for future development. Legal limits exist here on the one hand, due to the required demand forecast and, on the other, if preparations to satisfy future demand lead to burdens on the affected landowners in the present. Legally, this must consider the limit to an inadmissible planning ahead for future land use.

From a procedural perspective, the limitations of project definitions in the legislation for individual sectors often prevent bundled line infrastructures from being approved as a single project within the framework of a single authorisation procedure. On the contrary, it is only possible to combine the approval procedures for individual lines, which in principle have to be carried out independently of each other, under the conditions of individual exceptional provisions, namely Sections 75, 78 of the *Verwaltungsverfahrensgesetz* (Administrative Procedure Act). Otherwise, the necessity for separate procedures remains, which increases the coordination efforts for the project developers.

If projects involve additive forms of bundling, i.e. where new infrastructure is combined with existing lines rather than laying initial lines, claims to information and disclosure, rights to co-use existing passive infrastructures as well as claims to coordinate construction work come to the fore for the project developers as conditions for bundling projects. So far, the current legal framework only recognizes such legal positions as exceptions in the expansion of digital high-speed networks and contains special provisions in the Telecommunications Act, which are analyzed in detail.

### **Consequences from comparing the environmental impacts**

By comparing the results of bundled and unbundled infrastructures in terms of their environmental impacts, recommendations can ultimately be derived for planning practice. Reference is made to existing experiences from planning practices with the integrated installation of different pipelines and cables in conventional trenches, and possibilities are shown for establishing and implementing these in planning practice. The relevant stakeholders are named and their interaction is encouraged.

For the further development of the current legal framework, stronger influence on the original entrepreneurial decisions concerning the design of pipeline projects at the planning and approval level is discussed, but the limits of such developments and the need for further research are also shown. To facilitate the implementation of bundling projects, simplifying the procedures is considered among other things, and transferring the information and access rights given in the telecommunications law to other line infrastructures is discussed.

## 1 Einleitung

Technische Infrastrukturen sind wesentliche Faktoren für den Erhalt unserer Lebensqualität und Voraussetzung für eine erfolgreiche wirtschaftliche Entwicklung. Umgekehrt wirken Veränderungen von Umwelt und Gesellschaft zurück auf Infrastrukturen und ihre Entwicklung.

Durch die gebündelte Verlegung von verschiedenen Infrastrukturleitungen (wie Strom, Wasser, Gas, Glasfaserleitung, Telefon, Fernwärme, Abwasser) in einer gemeinsamen Trasse werden im Allgemeinen geringere Umweltbelastungen sowie soziale und ökonomische Vorteile erwartet. Bündelungsgebote bzw. Bündelungsmöglichkeiten sind dabei zum Teil auch rechtlich verankert, etwa im Naturschutzrecht oder im Raumordnungsrecht. Inwieweit ihre Verankerung genügt, um ggf. abweichende Handlungslogiken von Vorhabenträgern maßgeblich zu beeinflussen und so einen insgesamt nachhaltigeren Ausbau leitungsgebundener Infrastrukturen zu erreichen, bleibt insoweit aber unklar.

Das übergeordnete Ziel dieses Forschungsvorhabens ist es, vor diesem Hintergrund herauszufinden, ob und unter welchen Voraussetzungen eine Bündelung unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten vorteilhaft ist.

Die Analyse des Rechtsrahmens soll Aussagen dazu treffen, wann eine Bündelung aus rechtlicher Sicht geboten ist und identifizieren, was einer Bündelung rechtlich entgegensteht, wenn sie von Seiten der Vorhabenträger angestrebt wird (Kapitel 5).

Die Bewertung erfolgt sowohl auf übergeordneter Ebene im Rahmen einer vergleichenden Nachhaltigkeitsbewertung (Kapitel 3) als auch anhand der konkreten, typbezogenen Umweltwirkungen (Kapitel 4).

Nicht nur aufgrund erwarteter Bündelungsvorteile lassen sich die einzelnen Infrastruktursektoren kaum getrennt voneinander betrachten. Neben den räumlichen Verflechtungen in Bündelungssituationen gibt es vielmehr auch offensichtliche technische Schnittstellen, z. B. hinsichtlich der Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) und den anderen Sektoren oder in der Elektromobilität. Gemeinsamkeiten lassen sich zudem auch auf den nicht-technischen Ebenen identifizieren. So gibt es z. B. ähnliche ökonomische Charakteristika, Gemeinsamkeiten in der Treiber- und Hemmnisstruktur oder ähnliche Organisations- und Betreibermodelle.

Vor diesem Hintergrund sowie der langen Lebensdauern und der aktuellen Wandelprozesse wird der Frage nachgegangen, inwiefern bereits heute bei Planung und Bau neuer Infrastrukturen eine zukünftige technische, aber auch nicht-technische Entwicklung berücksichtigt werden kann. Kopplungspotenziale und resultierende Synergien werden in Zukunftsbildern aufgegriffen, um zu überprüfen, wo langfristig eine gemeinsame Betrachtung und ggf. der gebündelte Bau notwendig sind. Mögliche Vorteile können bspw. die Nutzbarmachung von Synergien, die zukünftige Unterbringung neuer Technologien oder der einfache Austausch alter gegen neue Technologien sein (Kapitel 6).

Aus den genannten Perspektiven ergeben sich unterschiedliche Betrachtungsebenen. INTEGRIS adressiert also zum einen Akteure aus Planung und Genehmigung, indem inhaltliche, aber auch konkrete Verfahrensfragen zur Planung und Zulassung der Bündelung leitungsgebundener Infrastrukturen beantwortet und ihrer Umweltwirkungen im Vergleich mit der Nicht-Bündelung dargestellt werden. Zum anderen zeigt INTEGRIS in Zukunftsszenarien die möglichen Entwicklungen und die damit einhergehende ggf. zu berücksichtigenden Kopplungsnotwendigkeiten und -potenziale auf, um so durch die Entwicklung von Leitbildern einen Beitrag für eine strategische Entwicklung von Infrastrukturen zu leisten.

## 1.1 Ziel- und Begriffsdefinition

In verschiedenen Vorläuferprojekten wurden Aspekte der Infrastrukturentwicklung untersucht.

Das übergeordnete Ziel des Forschungsvorhabens RELIS (Ressourcenleichte zukunftsfähige Infrastrukturen – umweltschonend, robust, demografiefest) war es, Handlungsempfehlungen für eine ressourcenleichte, zukunftsfähige und umweltschonende Gestaltung der technischen Infrastruktursysteme Energie, Verkehr, Wasser/Abwasser sowie Informations- und Kommunikationstechnologien zu entwickeln (Trapp et al., 2017). Zu diesem Zweck wurden zuerst der Bestand an technischen Infrastrukturen sowie ihre Stärken- und Schwächen analysiert. Darauf aufbauend wurden Szenarien mit dem Zeithorizont 2050 entwickelt, die unterschiedliche Konstellationen von ressourcenleichten Infrastrukturgestaltungen abbilden. Diese wurden einem Referenzszenario (aktuelle Maßnahmen) gegenübergestellt und mithilfe von Ergebnissen einer orientierenden Stoffstromanalyse und Kostenabschätzungen sowie qualitativen Analysen ausgewertet. Flankiert bzw. untermauert werden diese Ergebnisse von einer Zusammenstellung von Best-Practice-Beispielen im Untersuchungsfeld. Es wurden Empfehlungen zur Gestaltung ressourcenleichter zukunftsfähiger Infrastrukturen entwickelt.

Das UBA-Vorhaben TRAFIS (Transformation hin zu klimaresilienten und ressourcenschonenden Infrastrukturen) untersucht den Transformationsprozess am Beispiel gekoppelter Infrastrukturen: Dabei soll erarbeitet werden, durch welche Maßnahmen eine angestrebte Transformation von Infrastruktursystemen hin zu klimaresilienten, nachhaltigen und ressourcenleichten Infrastrukturen erzielt werden kann. Der Begriff Infrastruktur wird weit gefasst und umfasst z. B. auch auch App-Anwendung (Mahrenholz et al., 2018). Unter gekoppelten Infrastrukturen werden solche Infrastrukturen verstanden, die Stoff-, Material- und Energieströme austauschen, z. B. die Nutzung von Energie aus Abwasser (Umweltbundesamt, 2020).

Im UBA-Projekt KLARIS - Notwendigkeiten und Möglichkeiten zur klimaresilienten und zukunftsfähigen Ausgestaltung von nationalen und grenzübergreifenden Infrastrukturen (Libbe et al., 2018) erfolgt u. a. eine Klassifizierung von Infrastrukturen, die innerhalb des hiesigen Projekts (INTEGRIS) als Grundlage zur Begriffsdefinition und Einordnung der gebündelten Infrastrukturen dient.

In KLARIS werden Infrastrukturen als sozio-technische Systeme folgendermaßen unterschieden: *„Die Gesamtheit aller Infrastruktureinrichtungen lässt sich in (trans-)nationale, regionale und urbane, d. h. räumlich stärker begrenzte Systeme unterscheiden. Des Weiteren kann zwischen Netz- oder Bandinfrastruktur (bahn- und leitungsgebundene bauliche Anlagen, also im Wesentlichen technische Infrastruktur) und in Punktinfrastruktur (zentrale und disperse bauliche Anlagen, also im Wesentlichen soziale und erwerbswirtschaftliche Infrastruktur) differenziert werden.“* (Libbe et al., 2018: 27)

Unterschieden wird in Netz- beziehungsweise Bandinfrastruktur, Versorgungsbänder (Strom-, Gas-, Fernwärme-, Wasserleitungen, Kanäle, Kommunikationsleitungen, Pipelines) Verkehrsbänder (Straßen, Eisenbahnlinien, Wasserstraßen) sowie Punktinfrastruktur (Umspannwerke, Fernheizwerke, Flughäfen, Bahnhöfe, Kläranlagen).

Es werden drei Gruppen von Infrastruktursystemen gebildet. Leitungsnetze, die Verbindungen von einem zentralen Knotenpunkt zu den Nutzern herstellen, werden als distributive Systeme bezeichnet (Bsp. Strom-, Gas-, Wasserversorgung). Entgegengesetzt verlaufende Fließrichtungen (z.B. Abwasserentsorgung) werden akkumulative Systeme genannt. Kommunikative Systeme werden durch multidirektionale Flüsse gekennzeichnet (z.B. Telekommunikation, Transport). (Monstadt 2007: 11; in Anlehnung an: Jonsson 2005; in Libbe et al., 2018: 27 f.).

Die Definition in KLARIS erfolgt demnach auf drei Ebenen:

- ▶ räumliche Einordnung ((trans-)national, regional, urban),
- ▶ bauliche Ausprägung (Netz/Band- oder Punkt-Infrastruktur),
- ▶ Leistungsmerkmal Fließrichtung (distributiv, akkumulativ, bidirektional).

Für INTEGRIS sind mit Blick auf die zu untersuchenden gebündelten Infrastrukturen ausschließlich die Netz- bzw. Bandstrukturen relevant. Nach dem Leistungsmerkmal Fließrichtung oder auch bspw. dem transportierten Medium wird hingegen bei den nachfolgenden Betrachtungen nicht unterschieden. In INTEGRIS werden unter Infrastrukturen also Netz- oder Bandstrukturen ohne definierte Leistungsmerkmale verstanden.

Bei der räumlichen Einordnung ist mit Blick auf die in INTEGRIS relevanten Fragestellungen (z. B. Umweltgesichtspunkte, planungs- und genehmigungsrechtliche Fragen etc.) eine regionale Betrachtung zu priorisieren. Auch (trans-)nationale Projekte können ggf. relevante Aspekte enthalten.

Das wesentliche Charakteristikum für Infrastrukturen in INTEGRIS ist die Bündelung. Diese kann sich auf

- ▶ die rechtliche Ebene,
- ▶ die planerische Ebene oder
- ▶ die technische Ebene beziehen,

sich darüber hinaus aber auch zeitlich ausdifferenzieren. So lässt sich bspw. die additive Bündelung, bei der bereits vorhandene Trassen oder Kanäle um weitere Leitungen ergänzt werden, von der schwerpunktmäßig in INTEGRIS betrachteten integrierten Bündelung, bei der sowohl die Planung als auch die Errichtung der vorgesehenen Infrastrukturen zeitgleich erfolgen, unterscheiden. Dabei kann einer integrierten Bündelung auf Planungsebene (z. B. Trassierung im Rahmen der Raumordnung/Bauleitplanung) eine additive Bündelung auf Genehmigungsebene folgen.

Der Fokus der Arbeiten in INTEGRIS liegt auf der Bündelung von Infrastrukturplanungen und -zulassungen. Technische Aspekte als solche finden nur insofern Berücksichtigung, als sie Einfluss auf relevante Bewertungskriterien haben. In der Literatur wird zwischen der (elektro-)technischen Bündelung (bspw. gemeinsame Führung von Stromleitungen auf einem Gestänge oder im selben Schacht) und dem weiteren planerischen Bündelungsverständnis unterschieden, das auch die Trassierung einer neuen parallel zu einer bestehenden oder geplanten gleichartigen Infrastruktur und parallel zu oder innerhalb der Baustreifen bestehender oder geplanter anderer Infrastrukturtrassen umfasst (Weiland, 2016 u. a.). INTEGRIS widmet sich allen drei Bündelungsformen.

Damit lassen sich die gebündelten Infrastrukturen in INTEGRIS zusammenfassend wie folgt definieren:

**Für die Betrachtung der aktuellen Praxis und der Bewertung der Umweltwirkungen von Bündelung:**

- ▶ räumliche Einordnung: gemäß der Priorisierung regional, urban/kommunal, (trans-)national,



- ▶ bauliche Ausprägung: Netz/Band-Infrastruktur,
- ▶ zeitliche Dimension: integrierte Planung,
- ▶ Ebenen der Integration: Planung und/oder Genehmigung,
- ▶ konkrete Ausführung: technische Bündelung oder parallele Trassierung.

**Für die rechtliche Betrachtung im Status Quo:**

- ▶ zusätzlich oberirdische Strukturen, wie Schiene, Straße, Stromleitungen.

**Für die Betrachtung zukünftiger Entwicklungen:**

- ▶ zusätzlich Netze und Knoten im Sinne von Infrastrukturknotenpunkten, an denen Kopplung realisiert und Synergiepotenzial gehoben werden kann.

## 2 Praxis gebündelter Infrastrukturvorhaben - Status Quo

Um eine Übersicht über den Stand der Planungspraxis bei der Bündelung von Infrastrukturen zu gewinnen und das Zusammenspiel aus Verfahren bzw. Zulassungen und Umweltprüfungen bei gebündelten Infrastrukturen zu analysieren, werden Fallbeispiele für gebündelte Infrastrukturen analysiert. Es werden die jeweiligen Umweltauswirkungen untersucht sowie mögliche Anpassungsbedarfe (technisch, organisatorisch, rechtlich) sowie Potenziale, Grenzen und Zielkonflikte identifiziert.

Dafür werden die durchgeführten Planungs- und Zulassungsverfahren inkl. Umweltprüfungen für integriert geplante, gebündelte Infrastrukturvorhaben analysiert. Außerdem werden die Bündelung von Infrastrukturen und ein integrierter Umbau regionaler Versorgungssysteme hinsichtlich ihres Beitrags zum Leitbild eines nachhaltigen Infrastrukturumbaus bewertet und die Folgen und Nachhaltigkeitsaspekte abgeschätzt.

Als wichtiges Referenzprojekt wird das "Regionale Verbundsystem Westeifel" der Kommunalen Netze Westeifel (KNE) ausgewertet. Dieses Projekt beinhaltet die Planung und den Bau einer ca. 80 km langen Leitungstrasse für Trinkwasser, Strom, Erdgas, Biogas und Telekommunikation (Glasfaserkabel) in der Westeifel in Rheinland-Pfalz. Das Verbundnetz ist ein Projekt unter Federführung der Kommunalen Netze Eifel (KNE) als Anstalt des öffentlichen Rechts (AöR). Die KNE wurde 2009 gemeinsam vom Eifelkreis Bitburg-Prüm (74,9 % Gesellschafter der KNE) und den Stadtwerken Trier (SWT; 25.1 % Gesellschafter der KNE) gegründet. Die Umsetzung des Verbundprojekts erfolgt durch die neu gegründete Gesellschaft „Landwerke Eifel“. (vgl. Kap. 2.1)

Ergänzend wird auf Basis einer umfangreichen Quellenrecherche eine Auswahl regionaler Fallstudien getroffen, die ebenfalls analysiert werden. (vgl. Kap. 2.2.1)

### 2.1 Das Regionale Verbundsystem Westeifel der Kommunalen Netze Eifel (KNE)

Das Projekt ‚Planung zur Herstellung der Transportleitungen‘ beinhaltet die Verlegung eines Transportkanals mit mehreren integrierten Versorgungsleitungen der Verbundgemeinschaft der Wasserversorgungsunternehmen ‚Regionalen Verbundsystems Westeifel (RVWE)‘ (beschrieben in Benes 2017). Das Vorhaben wird im Auftrag der Kommunalen Netze Eifel AöR (KNE) unter der Projektleitung der Ingenieurgesellschaft Rockenhausen (IGR) AG ausgeführt. Die folgenden Informationen beruhen ausschließlich auf den Planungsunterlagen der IGR AG und des Ingenieurbüros Dr. Pecher AG. Bei dem Bauvorhaben handelt es sich um ein groß angelegtes Infrastrukturprojekt mit dem Ziel, über eine Strecke von 82,9 km überwiegend fünf, teilweise auch nur vier, verschiedene Medienleitungen gemeinsam in einem Graben zu verlegen. Rund 245.000 Einwohner sollen von dem Versorgungsnetz profitieren. Es umfasst eine Hauptwasserleitung, Leitungen für Erd- und Biogas, sowie für Strom mit 110 kV und 20 kV und Breitbandverbindung mit Glasfaserkabel bzw. Lichtwellenleiterkabel (LWL) (IGR, 2016). Auf der 10,19 km Strecke zwischen Hochbehälter Hartkopf und Hochbehälter Jungenbüsch, in Abbildung 3 rot gekennzeichnet, wird als einziger Abschnitt keine Fernwasserleitung verlegt. Dies ist für genehmigungsrechtliche Anliegen relevant (IGR und Pecher, 2016).

2016 – 2018: Bauabschnitt Schönecken – Bitburg

2018 – 2020: Bauabschnitt Bleialf – Schönecken

2020 – 2022: Bauabschnitt Bitburg – Trier

Neben der Versorgungssicherheit, einer Reduzierung des Ressourcenverbrauchs und einer dauerhaften Gebühren- und Preisstabilität erhofft sich der RVWE zusätzliche Vorteile durch die Realisierung des Projekts. So soll der Verbund regionales Stoffstrommanagement ermöglichen und so die Wertschöpfung auf kommunaler Ebene steigern. Durch eine Verknüpfung der Wasserversorgung mit Stromerzeugung und -speicherung kann ggf. ein regionaler Energieausgleich erfolgen und das Projekt kann verbesserte Strukturen für den regenerativen Energieausbau ermöglichen. Hinzu kommt eine optimale Mehrfachnutzung der vorhandenen Ressourcen (IGR, 2016).

Das gesamte Vorhaben ist für einen Zeitraum von sieben Jahren angesetzt. Es sind drei Bau- und Realisierungsphasen vorgesehen, in denen der Transportkanal in mehreren Bauabschnitten entsteht (vgl. Abbildung 3).

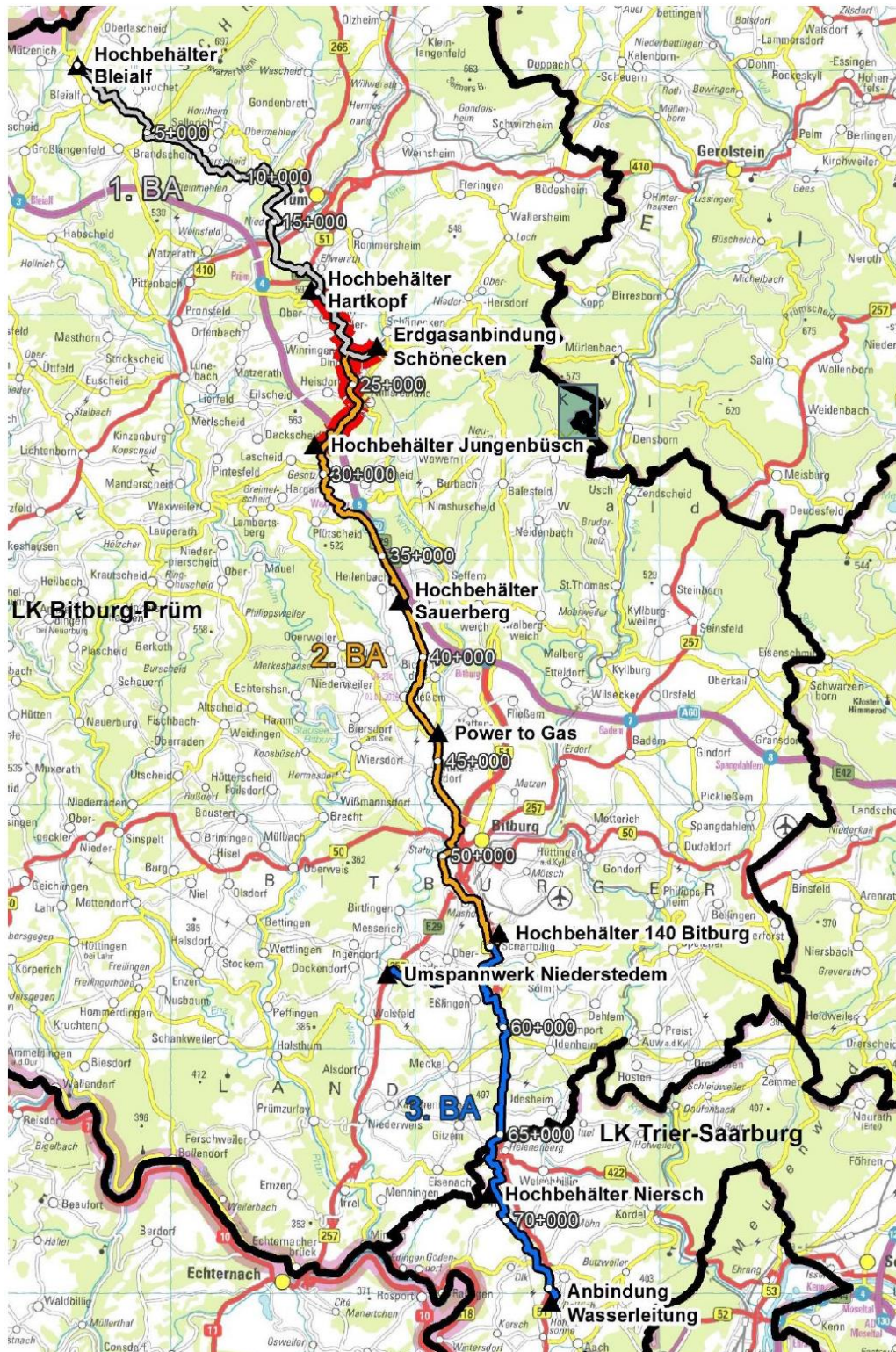
Der Planungsprozess des Projekts durch die KNE ist in drei Hauptbereiche unterteilt: A. Technische Planung, B. Naturschutz und Umweltverträglichkeit und C. Forst. Teil A beinhaltet alle technischen Detail- und Übersichtspläne, sowie die Kostenberechnung und Kreuzungen der Trasse mit Trinkwasserschutzgebieten, klassifizierten Straßen und Gewässern und Überschwemmungsgebieten. Teil B beinhaltet jegliche Prüfungen zum Naturschutz, z. B. Artenschutz, Flora-Fauna-Habitat (FFH) und zur Umweltverträglichkeit. Teil C befasst sich ausschließlich mit der Querung von Waldgebieten (IGR, 2016).

Die drei Bauabschnitte sind in 16 Teilabschnitte unterteilt. Für diese Teilabschnitte gibt es je ein passendes Grabenprofil (vgl. Abbildung 4). Die Leitungsbündelung erfolgt durch eine Verlegung in einem ausgehobenen Erdgraben, der im Nachhinein mit Sand aufgefüllt wird. Dadurch entstandene Bodenmaterialüberschüsse sind aufgrund von Einbauarbeiten nur geringfügig zu erwarten. Nahegelegene Deponien dienen ggf. als Endlagerort. Aufgebrochenes Straßenmaterial soll möglichst wiederverwendet werden. Zu Beginn wird die Wasserleitung verlegt, gefolgt von den anderen Medienleitungen. Hierbei wird auf festgelegte Abstände zwischen den Medien geachtet (vgl. Abbildung 4) (IGR und Pecher, 2016).

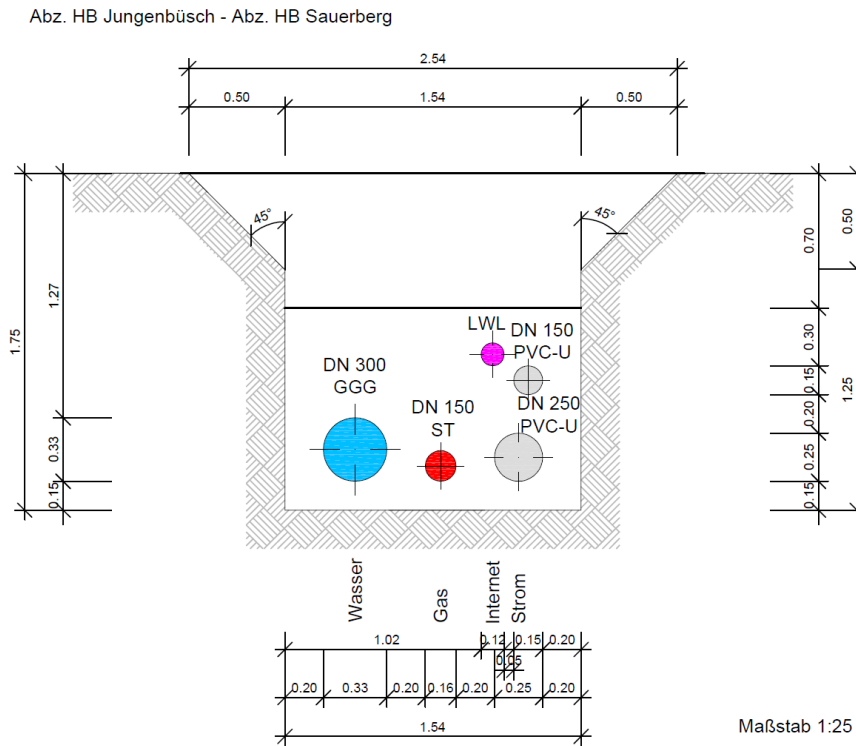
Eine genaue Aufstellung der Medienleitungen, ihrer Dimensionen und Planung der örtlichen Verlegung ist in Abbildung 5 aufgeführt. Unter der Spalte Profil sind die Teilabschnitte aufgeführt. Für Dimensionierungen des Grabens bzw. der Leitungen wurde die DIN 4124, für geböschte und verbaute Baugruben und Gräben, herangezogen. Empfehlungen und Regelwerke mehrerer Institutionen werden zur technischen Planung hinzugezogen. Darunter fallen unter anderem der ‚Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches‘ (DVGW), der ‚Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik‘ (VDE), das ‚Deutsche Institut für Normung‘ (DIN), und das Regelwerk ‚Technische Regeln Wasserverteilungsanlagen‘ (TRWV).

Abzüglich der Mehrwertsteuer und ohne Lohn- oder Materialpreissteigerungen ist der Kostenaufwand für das gesamte Projekt mit 51,94 Millionen Euro veranschlagt, was einem laufenden-Meter-Preis von 627 Euro entspricht (IGR und Pecher, 2016).

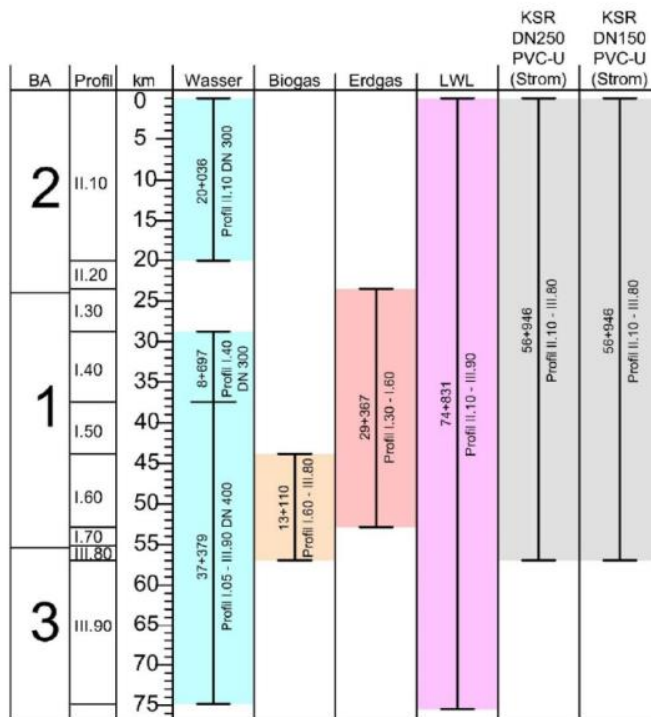
Abbildung 3: Übersicht Trassenverlauf mit Bauabschnitten und rot markiertem 10,19 km-Abschnitt außerhalb der UVPG-Zulassung der Wasserleitung (IGR und Pecher, 2016)



**Abbildung 4: Grabenprofil und Grabenbelegung Abzweig Hochbehälter Jungenbüsch bis Abzweig Hochbehälter Sauerberg (IGR und Pecher, 2016)**



**Abbildung 5: Medienschematische Darstellung der Versorgungsleitungen in der Haupttrasse (IGR und Pecher, 2016)**



Im Sinne einer detaillierten Analyse wurde in einem ersten Schritt ein breit angelegter Themenworkshop am Beispiel der KNE in Trier durchgeführt.

### 2.1.1 KNE-Workshop zur Vorbereitung der Analysen

Im Rahmen der Untersuchungen des Verbundsystems Westeifel der KNE wurde ein Expert\*innenworkshop zum Thema „Vergleich der Nachhaltigkeit gebündelter und ungebündelter Infrastrukturvorhaben am Beispiel des Regionalen Verbundsystems Westeifel“ durchgeführt.

In drei themenbezogenen Diskussionsrunden mit Blick auf ökologische, rechtliche und sozioökonomische Wirkungen und Rahmenbedingungen wurde die Frage untersucht, ob gebündelte Infrastrukturvorhaben geringere Wirkungen auf die Umwelt ausüben als eine entsprechende Anzahl von Vorhaben der Einzelverlegung.

Das KNE-Projekt ist das größte dieser Art. Es wird insbesondere durch seine integrierte Planung und Ausführung sowie seine Dimensionierung und Regionalität charakterisiert. Für vergleichbar strukturierte Bündelungsvorhaben erlaubt die Betrachtung des KNE-Projektes Rückschlüsse auf deren Nachhaltigkeit.

Das KNE-Vorhaben kann nicht alle Aspekte abbilden, die im Rahmen der theoretischen Auseinandersetzung mit Bündelungsvorhaben aus umweltplanerischer, ingenieurwissenschaftlicher und rechtlicher Sicht als bedeutsam für die Nachhaltigkeitsbewertung von Bündelungsvorhaben herausgearbeitet wurden. So können aus der Betrachtung des KNE-Vorhabens keine Aussagen für additiv geplante und realisierte Bündelungsvorhaben gewonnen werden, die allerdings im Rahmen von INTEGRIS auch nicht im Fokus stehen. Noch können die gewonnenen Erkenntnisse unmittelbar auf solche Vorhaben übertragen werden, deren Planung und Realisierung – anders als im Falle des KNE-Projekts – gerade nicht durch eine einzige juristische Person, sondern verschiedene, voneinander unabhängige Einheiten erfolgt. In diesem Sinne fehlt im Projekt KNE ein Komplexitätsgrad, zu dem im Workshop dementsprechend keine Erkenntnisse gewonnen werden konnten.

Trotz dieser Einschränkung konnten die auf theoretischer Grundlage erarbeiteten bisherigen Ergebnisse validiert und das weitere Untersuchungsprogramm, soweit nötig, angepasst und im Übrigen bestätigt werden. Der Workshop erlaubte über die Auswertung des Projektes hinaus, die Expertise der Teilnehmer\*innen zu hypothetischen Konstellationen mit anderen Charakteristika abzufragen. Dies ermöglicht Abschätzungen, die den weiteren Untersuchungen als Hypothesen zugrunde gelegt werden können. Im letzten Teil des Workshops wurden erste Zukunftprojektionen hinsichtlich der Entwicklung von Infrastrukturen diskutiert.

Die umfangliche Workshop-Dokumentation ist in Anhang 2, Kapitel B dargestellt.

Im Hinblick auf die zukünftige Gestaltung möglichst umweltschonender Lösungen soll im Folgenden untersucht werden, ob die aus den Diskussionsergebnissen abzuleitenden ökologischen, sozioökonomischen und rechtlichen Aspekte einen Nachhaltigkeitsvorteil der Bündelung bestätigen und inwiefern die Entwicklung gebündelter Infrastruktur unterstützt werden müsste. Das umfasst insbesondere die

- ▶ Nutzbarmachung und Nutzung von Synergien bei der Bündelung der aus dem Fallbeispiel bekannten Leitungssysteme in der Praxis. Das betrifft sowohl die Planung neuer Leitungen als auch die Ergänzung bestehender Infrastruktur sowie den Austausch alter Leitungen.
- ▶ Anpassungsbedarfe, die heute erforderlich sind.
- ▶ Anpassungsbedarfe, die heute bereits für künftige Technologien mitzudenken und zu schaffen sind.

## 2.2 Recherche und Analyse weiterer regionaler Fallbeispiele

Für die systematische Recherche weiterer geeigneter Fallstudien werden Beispiele weiterer gebündelter Infrastrukturprojekte gesucht, die ähnlich dimensioniert sind wie das Referenzprojekt der KNE. Das ist erforderlich, um die Planungspraxis bei der Bündelung von Infrastrukturen sowie das Zusammenspiel aus Verfahren bzw. Zulassungen und Umweltprüfungen bei gebündelten Infrastrukturen aufarbeiten zu können. Aus der Gesamtheit der gefundenen Projektbeispiele werden anhand von ausgewählten Kriterien die möglichen Fallbeispiele ausgewählt.

### 2.2.1 Vorgehensweise der Recherche zu gebündelten Infrastrukturvorhaben in Deutschland

Ziel der Recherche ist es, einen umfassenden Überblick zu gebündelten Infrastrukturvorhaben in Deutschland zu gewinnen, wobei im Kontext des Forschungsvorhabens die unterirdische Verlegung mehrerer unterschiedlicher Infrastrukturleitungen (z. B. Strom-, Wasser- und Gasleitungen sowie Glasfasernetze) in einem Graben bzw. in einer Trasse im Fokus steht. Gefordert ist, dass bei dem in der Planung befindlichen bzw. bereits umgesetzten Vorhaben mindestens zwei Infrastrukturen gebündelt werden. Um Aufschluss zu erhalten, welche umweltseitigen, ökonomischen und sozialen Vorteile durch eine Bündelung angenommen werden, wurde auch nach gescheiterten Projekten recherchiert.

Die Recherche der potenziell relevanten regionalen Fallbeispiele umfasst die systematische Recherche in der Fachliteratur zu Versorgungssystemen in der Raumplanung (u. a. Strom-, Wärme-, Nachrichten- und Wasserversorgung), eine Auswertung von Pressemeldungen, eine Internetrecherche sowie eine Akteursbefragung (vgl. Kap. 2.2.1). Bei der Recherche wurden auch Synonymen verwendet, denn gebündelte Infrastrukturen werden auch unter Begriffen wie Leitungskanal, Leitungsgang, Kollektor, Mehrspartenkanäle und Infrastrukturkanäle zusammengefasst.

#### 2.2.1.1 Auswertung der Fachliteratur

Die Auswertung der Fachliteratur erfolgte iterativ anhand geeigneter Schlagworte. Erste Ergebnisse wurden überprüft und dabei gefundene neue Synonyme wurden genutzt, um die Recherche auszuweiten. Die genutzten Schlagworte waren:

*Leitungsgang, Sammelkanal, Werkstollen, Kollektor, Rohrkanal, Ver-/Entsorgestollen, Leitungskanal, Leitungstunnel, Infrastrukturkanal, Mehrspartenkanal, Mehrspartentunnel, intelligentes Kanalsystem, Utility tunnel, Power tubes, Medienkanal sowie Leitungskollektiv.*

Es wurden gängige Suchmaschinen genutzt, um relevante Zeitschriftentitel zu recherchieren sowie die Zeitschriftendatenbank (ZDB). Dabei wurde keine Eingrenzung des Zeitraums vorgenommen, um zunächst überhaupt einen Überblick zu gewinnen, welche Zeitschriften relevante Inhalte aufweisen könnten. In die Auswertung der Fachliteratur wurden insbesondere Fachzeitschriften einbezogen, die sich dem Umgang mit Versorgungssystemen in der Raumplanung (Strom-, Wärme-, Nachrichten-, Gas- und Wasserversorgung) widmen: *bi-UmweltBau*, *ibr INFORMATIONEN BAU-RATIONALISIERUNG*; 'RaumPlanung', 'Energie & Management', 'bbr - Leitungsbau, Brunnenbau, Geothermie', 'gwf - Wasser|Abwasser', 'Erneuerbare Energie', 'Deutsche Zeitschrift für Kommunalwissenschaften' sowie Forschungs- und Sitzungsberichte der Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL) und Tagungsbände (Proceedings) zur Real Corp.

Aus der Literaturrecherche resultierten sowohl Hinweise auf konkrete Projekte als auch auf Institutionen und Akteure, die kontaktiert wurden (vgl. Kap. 2.2.1).

In Anhang 1 (Kap. A) sind die ausgewerteten Fachzeitschriften und die gefundenen Artikel zusammengefasst.

#### **2.2.1.2 Auswertung von Pressemeldungen**

Neben den Fachzeitschriften wurde auch nach Pressemeldungen gesucht, um geplante oder bereits umgesetzte, integrativ gebündelte Infrastrukturvorhaben zu ermitteln und kursorisch auszuwerten. Die durchgeführte Recherche bezog Pressemeldungen ein, die u. a. über Google-News, über die obersten und oberen für Landes- bzw. Regionalplanung und Infrastruktur zuständigen Behörden in den einzelnen Bundesländern sowie über den Europäischen Wirtschaftsdienst (Euwid) verbreitet wurden. Die gefundenen Pressemeldungen verweisen zum großen Teil auf die gleichen Projekte wie die Literaturrecherche.

#### **2.2.1.3 Internetrecherche**

Verglichen mit den anderen Quellen war die Internetrecherche besonders ergiebig. Hierzu wurde zunächst eine umfassende Schlagwortsuche (vgl. Kap. 2.2.1.3) nach Projekten und Akteuren durchgeführt. Hierdurch konnten neben konkreten Projekten auch relevante Ansprechpartner/-innen und sonstige interessante Akteure und Institutionen ermittelt werden, die in der anschließenden Akteursbefragung kontaktiert wurden.

#### **2.2.1.4 Akteursbefragung (Planungsbehörden, Fachverbände, Unternehmen)**

Im Zuge der Akteursbefragung wurden auf Basis der Fachartikelauswertung und der Internetrecherche 47 Experten/-innen bzw. Institutionen hinsichtlich ihrer potenziellen Expertise und Kenntnisse ausgewählt, angeschrieben und anschließend telefonisch kontaktiert. Darüber hinaus verwiesen die kontaktierten Personen auf weitere Akteure, die ebenfalls kontaktiert wurden. Es wurden Personen aus Verbänden, Arbeitskreisen und Vereinen, Wissenschaftseinrichtungen, Unternehmen der Baubranche sowie von Gas-, Wasser- und Stromversorgern befragt (vgl. Anhang 1, Kap. A.2). Zudem wurde im Rahmen einer Beratungssitzung der Interessengemeinschaft „Begehbare Versorgungskanäle“ (IBV)<sup>1</sup> das F+E-Vorhaben vorgestellt und die Teilnehmer/-innen bzgl. regionaler Bündelungsvorhaben befragt.

Darüber hinaus wurden, verteilt auf alle Bundesländer, mehr als 100 Stellen angeschrieben und zum Teil telefonisch kontaktiert, die für die Regionalplanung zuständig sind und in Raumordnungsverfahren zu integrativ gebündelten Infrastrukturtrassen eingebunden gewesen sein müssten, sofern welche durchgeführt wurden (vgl. Anhang 1, Kap. A.3).

Außerdem wurde in allen Bundesländern der Städte- und Gemeindebund sowie der Gemeinde- bzw. Städtetag kontaktiert und befragt, ob dort integriert gebündelte Infrastrukturen bekannt sind (vgl. Anhang 1, Kap. A.4).

#### **2.2.1.5 Ergebnisse der Recherche**

Es wurden 30 Projekte mit unterirdisch gebündelten Infrastrukturen identifiziert (vgl. Tabelle 1). Der Rücklauf der regionalen Planungsstellen, Städte- und Gemeindebünde sowie der Gemeinde- bzw. Städtetage ergab, dass keine weiteren regionalen, gebündelten Vorhaben im Planungs- oder Genehmigungsprozess bekannt sind.

---

<sup>1</sup> Die IBV ist eine Gruppe von regionalen Energieversorgern bzw. Stadtwerken, die sich 2014 gründete, um sich mit Werknormung und Standards der begehbaren Versorgungskanäle sowie mit Fragen der technischen und organisatorischen Betriebsführung zu beschäftigen und um Erfahrungen auszutauschen. Die IBV besteht derzeit aus sieben Mitgliedern, die sich in jedem Quartal treffen.



Die Befragung der Experten/-innen und Institutionen lieferte ausschließlich Ergebnisse auf kommunaler Ebene. Ebenso zeigt ein erster Überblick über die Ergebnisse der Literatur- und Internetrecherche, dass kaum Projekte im regionalen Maßstab geplant werden bzw. wurden. Realisierte Projekte mit größeren Streckenlängen (> 2.000 m<sup>2</sup>) sind alle bereits vor mehr als 25 Jahren geplant und genehmigt worden und fallen größtenteils unter den Rechtsrahmen der ehemaligen DDR.

Aktuellere Vorhaben, deren Verfahrensgrundlagen weitestgehend dem aktuellen Stand entsprechen dürften, weisen in der Regel deutlich kürzere Streckenlängen auf und bewegen sich damit eher auf der kommunalen Ebene.

## 2.2.2 Analyse der Fallstudien

Die Beschreibung und Analyse der recherchierten Fallbeispiele erfolgt durch ein Grobscreening und eine anschließende vertiefende Analyse ausgewählter Projekte. Gesondert hiervon werden gemeinsame planungs- und genehmigungsrechtliche Besonderheiten von Bündelungsvorhaben dargestellt.

### 2.2.2.1 Grobscreening

Die aus den Recherchen resultierenden Hinweise werden in einer tabellarischen Übersicht zusammengetragen (vgl. Tabelle 1) und grob anhand ausgewählter Parameter (Bundesland, Ort, Art und Anzahl der gebündelten Medien, Länge, Jahr und Quelle)) charakterisiert. Auf Grundlage dieser aufbereiteten Informationen zu den recherchierten Projekten erfolgt ein Grobscreening der Projekte mit dem Ziel, jene Vorhaben herauszufiltern, aus denen für die im Forschungsprojekt verfolgten Fragestellungen möglicherweise relevanten Erkenntnisse gewonnen werden können.

Zentrale Kriterien für das Grobscreening der Projektbeispiele sind:

- ▶ die räumliche Lage<sup>3</sup>,
- ▶ die Art und Anzahl der Medien und damit verbunden die überschlägige Anzahl involvierter Vorhabenträger<sup>4</sup>,
- ▶ die Länge der Infrastruktur<sup>5</sup> (möglichst regional, möglichst UVP-pflichtig) und
- ▶ das Alter der Projekte<sup>6</sup>.

---

<sup>2</sup> Gesucht werden Vorhaben, die möglichst UVP-pflichtig sind. Sehr klein dimensionierte Vorhaben sind in der Regel nicht UVP-pflichtig. Einige der hier relevanten Vorhaben müssen eine Mindestlänge von 2 km aufweisen, damit sie einer standortbezogenen UVP-Vorprüfung unterzogen werden müssen (vgl. Anhang 1 Nrn. 9.4 (Gasrohrleitung) und 19.8 (Wasserfernleitung) UVP-G. Zudem ist damit zu rechnen, dass Vorhaben, die kürzer als 2 km sind, auf kommunaler Ebene und nicht auf regionaler Ebene anzusiedeln sind.

<sup>3</sup> Hinsichtlich der Umweltauswirkungen ist es relevant, ob das Vorhaben im Außen- oder Innenbereich lokalisiert ist.

<sup>4</sup> Die Vergleichsvorhaben – wie das Westeifel-Projekt – sollen möglichst unterschiedliche Medien in unterschiedlicher Trägerschaft aufweisen.

<sup>5</sup> Aus Gründen der Vergleichbarkeit mit dem KNE-Projekt möglichst regional, statt innerstädtisch/kommunal und möglichst UVP-pflichtig (je länger, desto eher liegt eine UVP-Pflicht vor).

<sup>6</sup> Mit Blick auf die Verfügbarkeit der Planungsunterlagen und auf die Rechtslage sollten die Unterlagen möglichst nicht vor 2010 erstellt worden sein.

**Tabelle 1: Ergebnisse der Recherche von Beispielprojekten gebündelter Infrastruktur**

Nr.	Bundesland	Ort, Region	Art und Anzahl gebündelter Medien (soweit das ermittelt werden konnte)	Länge (in m; ca.)	Jahr
01	BB	Potsdam-Fahrland	Es liegen keine Informationen vor		1994
02	BE	Berlin-Marzahn	Fernwärme (2 x DN <sup>7</sup> 500) Strom (20 Kabel) Trinkwasser (DN 400) Telekommunikation (40 Kabel) Funktionskabel	9.800	1975
03	BE	Berlin Tegel	Fernwärme Strom Gas Trinkwasser Betriebswasser (Brauch-/Nutzwasser) Informations- und Kommunikationstechnik	800	seit 2015
04		Baden-Baden, Leopoldplatz	alle Ver- und Entsorgungsleitungen		2016
05	BW	Konstanz (und Tägerwilen/CH)	Energie Daten	600	2015
06	BW	Lauchheim, Hardsteige II	Strom (220 Volt) Erdgas (DN 110) Trinkwasser (DN 100/50) Abwasser (DN 250/150) Telekommunikation	296	1994
07	BW	Universität Freiburg	Kälteleitungen Strom (Leerrohre) Datenleitungen		2012
08	BW	Universitätsklinik Freiburg	Strom Druckluft Dampf Sauerstoff Stickstoff Wasser Kühlwasser Datenleitungen		2006-2007
09	BW	Universität Heidelberg	Versorgungsleitungen		2016
10	NW	Dortmund, Steinsweg	alle Ver- und Entsorgungsleitungen		
11	NW	Düsseldorf, Heerdter Dreieck	Fernwärme (2 x) Strom (6 x 110 Kilovolt (kV)) Gas Kommunikation (2 x)	430	2013
12	NW	Köln, Rheindüker Mülheimer Brücke (Niehl-Mülheim)	Fernwärme (Vor- und Rücklauf) Strom (110 kV) Gas (Hochdruck) Medienleitung (mit Strom, 12 x)	645	2015

<sup>7</sup> DN steht für die Nennweite (diamètre nominal) und bezeichnet den Innendurchmesser eines Rohres.

Nr.	Bundesland	Ort, Region	Art und Anzahl gebündelter Medien (soweit das ermittelt werden konnte)	Länge (in m; ca.)	Jahr
13	NW	Schwerte, Im Gänsewinkel ("INKA")	alle Ver- und Entsorgungsleitungen Strom Gas Wasser Abwasser Multimediakabel	280	2006-2007
14	NW	Universität Bochum	Fernwärme Strom Druckluft Trinkwasser Chemieabwasser Klimakaltwasser Schmutzwasser Daten	130	2013
15	RP	Neubau US-Klinikum Weilerbach, Ramstein	alle Ver- und Entsorgungsleitungen medizinische Gase		2013
16	RP	Speyer, Rheinufer Nord	Strom (Mittelspannung - MS), Gas (DN 114,3) Trinkwasser (DN 1120) Brauchwasser (DN 150) Telekommunikation TV Internet	165 400	2004-2005 2007
17	RP	Worms, Rheindüker	Strom (4 MS: 20 kV; 1 HS: 110 kV) Trinkwasser Kommunikation (5 Schutzrohre)	464	2007
18	SH	Kieler Förde, Unterquerung	Fernwärme Strom	1.368	1990
19	SN	Leipzig-Connewitz	Fernwärme (4 x DN 500) Gleichstrom (6 x DN 100) Steuer- und Informationskabel	112	2005
20	SN	Leipzig-Grünau	Fernwärme Strom Trinkwasser Telekommunikation Daten	8.000	seit 1975
21	SN	Markkleeberg, Wachau-Nord	Fernwärme Strom Trinkwasser Abwasser Telekommunikation	3.800	1991
22	SN	Universitätsklinik Leipzig	Nahwärme		2016
23	ST	Halle (Saale)	Fernwärme Strom Gas Wasser Telekommunikation		1964

Nr.	Bundesland	Ort, Region	Art und Anzahl gebündelter Medien (soweit das ermittelt werden konnte)	Länge (in m; ca.)	Jahr
24	ST	Halle (Saale)	Sammelleitung (Zugbildungsanlage DB Knotenpunkt)		2014-2015
25	ST	Magdeburg	k. A.		
26	ST	Merseburg, Industriegebiet Süd	Strom (MS; Leerrohre) Gas	2.000	
27	ST	Merseburg, Nord	Fernwärme Strom (Leerrohre) Gas		
28	TH	Eisenach	Trinkwasser Abwasser Straßenbelag		seit 2004
29	TH	Gera, Bieblach Ost	Fernwärme Strom Trinkwasser Abwasser (unterhalb Kollektor) Telekommunikation	225	1980er
30	TH	Suhl	Es liegen keine Informationen vor		

Abkürzungen der Bundesländer:

BW: Baden-Württemberg, BY: Bayern, BE: Berlin, BB: Brandenburg, HB: Bremen, HH: Hamburg, HE: Hessen, MV: Mecklenburg-Vorpommern, NI: Niedersachsen, NW: Nordrhein-Westfalen, RP: Rheinland-Pfalz, SL: Saarland, SN: Sachsen, ST: Sachsen-Anhalt, SH: Schleswig-Holstein, TH: Thüringen

Aus dem Grob screening ergeben sich sieben Projekte, die diese Kriterien am besten erfüllen. Diese Projekte werden nachfolgend einer vertiefenden Analyse unterzogen, um die Auswahl auf drei Fallstudien zu konzentrieren, die ergänzend zum Westeifelprojekt untersucht werden:

- ▶ Nr. 03: Berlin Tegel
- ▶ Nr. 05: Konstanz/Thurgau
- ▶ Nr. 10: Dortmund, Steinsweg
- ▶ Nr. 11: Düsseldorf, Heerdter Dreieck
- ▶ Nr. 12: Köln, Rheindüker
- ▶ Nr. 16: Speyer, Rheinufer Nord
- ▶ Nr. 21: Markkleeberg, Wachau-Nord

### 2.2.2.2 Vertiefende Analyse ausgewählter Projekte

In der vertiefenden Analyse sollen die bisher sieben Projekte auf drei im Weiteren zu untersuchende Fallbeispiele eingegrenzt werden. Hierfür werden die Projekte anhand von Kriterien analysiert, die über die des Grobscreenings (räumliche Lage, Art und Anzahl der Medien, Länge der Infrastruktur, Alter der Projekte) hinausgehen.

#### 2.2.2.2.1 Vorgehensweise

Um bereits möglichst belastbare Informationen als Grundlage für die Auswahl der vertiefend zu analysierenden Beispielprojekte zu erhalten, wurden zunächst mittels Desktop-Recherche zu-

sätzliche Informationen recherchiert und ausgewertet. Hierfür wurde auf den Seiten der jeweiligen Stadtwerke recherchiert sowie die Ortsnamen in Kombination mit den unter Kap. 2.2.1 genannten Suchbegriffen gesucht. Die Recherche hatte auch die Ermittlung der Kontaktmöglichkeiten der möglicherweise zuständigen Personen zum Ziel.

Um bei der Erhebung der Informationen möglichst systematisch vorzugehen und die Ergebnisse übersichtlich aufzubereiten, wurde eine Steckbrief-Struktur entwickelt. Die vorhabenspezifischen Steckbriefe wurden mit den recherchierten Informationen aus der Desktop-Recherche vorläufig ergänzt und den mutmaßlich zuständigen Personen mit der Bitte um Überprüfung, Richtigstellung und Ergänzung sowie ggf. Weiterleitung an weitere bzw. andere Zuständige zugeschickt.

Teilweise zeichnete sich bereits im Rahmen des Telefonats mit Ansprechpartnern/-innen ab, dass ein Projekt nicht als Fallbeispiel geeignet ist. Die Steckbriefe der sieben analysierten Projekte finden sich im Anhang 1 (Kap. A.5).

### **2.2.3 Stand der Praxis der Bündelung regionaler Infrastruktur**

Die vertiefende Analyse der vorausgewählten sieben Vorhaben hat zudem zahlreiche Gemeinsamkeiten der Projekte hinsichtlich ihrer überwiegend innerstädtischen Lage, der im Einzelnen durchgeführten Genehmigungsverfahren und ihrer integriert vorgenommenen Planung und Durchführung ergeben. Trotz umfassender Recherche (vgl. Kap. 2.2.1) wurde jedoch zusätzlich zum regionalen Verbundsystem Westeifel der KNE kein weiteres Fallbeispiel in Deutschland gefunden, das unter räumlichen Gesichtspunkten (Regionalität) den Kriterien für INTEGRIS entspräche.

Vor dem Hintergrund der vielfältigen rechtlichen Besonderheiten von Bündelungsvorhaben – Besonderheiten in materiell- wie verfahrensrechtlicher Hinsicht sowie mit Blick auf den Informations- und Zugriffsbedarf bündelungswilliger Vorhabenträger – ist dies insoweit problematisch, als eine ausschließliche Beschäftigung mit den bislang vorausgewählten Vorhaben nur einen Teil der möglicherweise praktisch relevanten Rechtsfragen abdecken würde. Es liegt zudem nahe, dass die für diesen Fall nicht abgedeckten rechtlichen Besonderheiten sich auch in „blinden Flecken“ der im Weiteren vorzunehmenden Nachhaltigkeitsbetrachtung widerspiegeln würden.

In den weiteren Arbeiten wird der Fokus daher notgedrungen auf eine genaue Analyse des Projektes der KNE gelegt.

### **2.2.4 Planungs- und genehmigungsrechtliche Besonderheiten integrierter Infrastrukturvorhaben**

Die materiell- wie verfahrensrechtliche Behandlung integrierter Infrastrukturvorhaben muss die spezifischen Umstände einer integrierten Planung und Realisierung verschiedener Infrastrukturen in engem räumlichem und zeitlichem Zusammenhang angemessen berücksichtigen. Nicht nur ist das Wechselverhältnis der Vorhaben untereinander zu betrachten, welches durch Bündelungsgebote im Recht aus Gründen der Umwelt- und Sozialverträglichkeit herbeigeführt bzw. durch Trennungsgebote etwa zum Schutz einzelner kritischer Infrastrukturen gerade vermieden werden soll. Findet eine Bündelung einzelner Medien wie Strom, Gas oder Telekommunikationssignale in integrierten Vorhaben tatsächlich statt, so kann dies auch das Bedürfnis nach Bewältigung der von ihnen ausgehenden Umweltauswirkungen auf Dritte im Vergleich mit Einzelvorhaben verstärken. Verfahrensrechtlich müssen zudem in integrierten Prozessen zahlreiche beteiligte Akteure in ggf. formell voneinander getrennten Verfahren miteinander koordiniert werden, um einen möglichst reibungsarmen Verfahrensablauf zu erreichen.

Ein erster Blick auf den relevanten Rechtsrahmen für die Integration von Infrastrukturvorhaben sowie die Begleitung der vertiefenden Analyse der vorausgewählten sieben Projekte zeigen: Zwar kommt den Ebenen der räumlichen Gesamtplanung (Raumordnung, Bauleitung) sowohl für die Sicherung von Infrastrukturtrassen als auch die planerische Bewältigung von Konflikten zwischen einzelnen Infrastrukturen untereinander und auch mit den konfligierenden Raumnutzungsansprüchen Dritter erhebliche Bedeutung zu. Die Entscheidung über das „Ob“ und „Wie“ der Realisierung einer Infrastruktur verbleibt jedoch regelmäßig bei unternehmerisch agierenden – privaten wie öffentlichen – Vorhabenträgern. Die staatlichen Planungen stellen für diese zumeist nur ein „Angebot“ einer möglichen Variante und nur im Ausnahmefall die Vorgabe einer einzig zulässigen Option dar. Auf Genehmigungsebene zeigt sich ein ähnliches Bild. Die originäre Konzeption der Vorhaben verbleibt bei den Vorhabenträgern. Staatliche Genehmigungsbehörden vollziehen die Vorhabenplanungen in aller Regel nur nach und haben nur im Ausnahmefall unmittelbaren Einfluss auf die konkrete Ausrichtung eines Vorhabens. Liegt die Bündelung von Infrastrukturen nicht im Interesse der Vorhabenträger, dürften diese nur im Einzelfall gleichwohl zu einem integrierten Vorgehen rechtlich gezwungen sein.

Sollen mehrere Infrastrukturen integriert realisiert werden, so ist ihre Zulassung dem Grundsatz nach in voneinander getrennten und unabhängigen Genehmigungsverfahren durchzuführen. Nur ausnahmsweise sieht das Recht auch die Durchführung einheitlicher Verfahren für mehrere Infrastrukturen vor (vgl. § 75 Abs. 1 sowie § 78 VwVfG; vgl. weiter § 2 Abs. 3 sowie § 26 NABEG). Scheidet dies aus, so bedarf es daher für eine Bündelung einer engen Koordinierung der selbständigen Verfahren sowohl in verfahrens- als auch materiell-rechtlicher Hinsicht, für die etwa wechselseitige Mitwirkungsmöglichkeiten der Vorhabenträger sowie die mehrfache Einbindung von Trägern öffentlicher Belange oder der Öffentlichkeit selbst vorzusehen sind. Überdies sind in solchen Fällen die Entscheidungswirkungen im Einzelfall in ihrer Reichweite und mögliche Sperrwirkungen zu bestimmen. Mehrere fachplanerische Entscheidungen im Wege der Planfeststellung können hier genauso aufeinandertreffen wie solche auf Einzelgenehmigungen oder sogar gänzlich genehmigungsfreigestellte Vorhaben. Auch die Bestimmungen zu einzelnen Infrastrukturen selbst weisen gerade genehmigungsrechtlich eine erhebliche Heterogenität auf. Vielfach entscheidet der individuelle Zuschnitt eines Vorhabens darüber, ob überhaupt ein Genehmigungsverfahren für eine bestimmte Infrastruktur zu durchlaufen ist und welcher Art (einfaches oder formelles Verfahren; Planfeststellungsverfahren) dieses sein muss.

Reflektiert finden sich im einschlägigen Rechtsrahmen zudem die unterschiedlichen Interessenlagen im Falle integrierter, aber auch additiver Planung und Realisierung mehrerer Infrastrukturen. Nicht selten wird in letzterem Fall lediglich der zuletzt projektierende Vorhabenträger eine Bündelung anstreben. Damit dieser sein Ziel erreicht und damit verbundene öffentliche Interessen wie die Realisierung gesamtwirtschaftlicher Kostenvorteile, ein geringer Verbrauch von Flächen und die Bewahrung möglichst unzerschnittener Landschaften gefördert werden, bedarf der Vorhabenträger gesetzlicher Unterstützung, soweit privatrechtliche Abreden aufgrund der vorhandenen Interessengegensätze ausscheiden. Punktuell hat der Gesetzgeber hier mithilfe des Gesetzes zur Erleichterung des Ausbaus digitaler Hochgeschwindigkeitsnetze (DigiNetzG) durch die Regelung von Informations- und Zugriffsrechten des bündelungswilligen Vorhabenträgers reagiert, deren Übertragung auch auf andere Infrastrukturbereiche erwägenswert sein könnte.

## 3 Vergleichende Nachhaltigkeitsbewertung gebündelter und ungebündelter Infrastrukturen am Beispiel der Kommunalen Netze Eifel (KNE)

### 3.1 Einführung

Über die direkten Umweltwirkungen (vgl. Kap. 4) hinaus, müssen Maßnahmen jeder Art sich an den allgemeinen Nachhaltigkeitszielen messen lassen. Übergeordnet stehen die globalen Nachhaltigkeitsziele, Sustainable Development Goals (SDG), mit denen die Vereinten Nationen Leitlinien der nachhaltigen Entwicklung formulieren (UN, 2015). In Deutschland gibt es seit 2002 die Nationale Nachhaltigkeitsstrategie, die Veränderungen und Anpassungen in fast allen Lebensbereichen vorsieht (Bundesregierung, 2016). Nachhaltige Entwicklung, wie auch im Brundtland-Bericht von 1987 definiert, umfasst die drei Säulen der Nachhaltigkeit: Umwelt, Wirtschaft und Soziales. Nachhaltig ist eine Entwicklung, „...die den Bedürfnissen der heutigen Generation entspricht, ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen zur Befriedigung ihrer Bedürfnisse zu beeinträchtigen.“ (Hauff, 1987)

Die Anwendung von Umweltbewertungen ist im Allgemeinen sowohl vom Untersuchungsgegenstand als auch von der zu beantwortenden Fragestellung abhängig (Schebek, 2015). Beispiel einer solchen Bewertung ist die seit drei Jahrzehnten gebräuchliche Ökobilanzierung (Life Cycle Assessment) (Grahl et al., 2007). Darüber hinaus werden wirtschaftliche Größen anhand verschiedener Bewertungsmethoden, wie beispielsweise der Kosten-Nutzen-Analyse erfasst. Oftmals beinhalten ökonomische Analysen soziale Kriterien, wie bspw. die Bezahlbarkeit für den Nutzenden. Im Unterschied zur Herangehensweise bei ökonomischen Bewertungen liegt bei sozialen Bewertungen der Schwerpunkt weniger auf vorgegebenen Merkmalen. Hier werden die Bewertungskriterien oftmals durch den Handlungsrahmen und das Umfeld bestimmt. So stehen beispielsweise Präferenzen von Gruppen stärker im Vordergrund (Hansjürgens, 2015).

Geisler und Schrader (2002) gliedern den Aufbau von Nachhaltigkeitsbewertungen vereinfacht in Kriterienauswahl und -operationalisierung an erster Stelle, gefolgt von Informationsgewinnung und -verarbeitung. Die im Kontext der Nachhaltigkeitsbewertung wichtigen Begriffe werden nachfolgend kurz erläutert.

**Bewertungsgegenstand:** ist das zu betrachtende Objekt oder System. Häufig komplex setzt sich der Bewertungsgegenstand aus verschiedenen Teilsystemen zusammen, die miteinander kommunizieren und verbunden sind (VDI, 2016).

**Bewertungssystem:** dient zur Erarbeitung von Entwicklungsperspektiven eines analysierten Bewertungsgegenstands oder seiner Bestandteile. Das Bewertungssystem erfasst Trends, d. h. umweltpolitische, ökonomische, technologische, soziale, politische oder psychologische Aspekte des Bewertungsgegenstands (VDI, 2016).

**Indikator:** stellt eine ausgewählte, relevante Kenngröße dar, die den Ist-Zustand von Eigenschaften des Bewertungsgegenstands angibt (VDI, 2016). Der Begriff wird in der Literatur leicht unterschiedlich verwertet: Zinke et al. (2016) definiert ihn für den Bausektor als quantitative oder qualitative Größe. Nach Amasuomo et al. (2015) dienen Indikatoren zum Vergleich, zur Messbarkeit oder Trendabschätzung, während Faktoren oder auch Zielvorgaben, die durch nachhaltiges Handeln angestrebt werden sollen, Kriterien genannt werden.

**Systemgrenzen:** bestimmen den Untersuchungsbereich, der in der Bewertung betrachtet werden (DIN, 2016). Es wird zwischen unterschiedlichen Ebenen von Systemgrenzen unterschieden (Zinke et al., 2016).

**Wirkungskategorien:** sie fassen die Umweltauswirkungen über Umweltproblemfelder zusammen (DIN, 2006).

Richtungsweisend für die Anwendung und Handhabung von Nachhaltigkeitsbewertungen fungieren Normen und Richtlinien zu Bewertungen, zur Nachhaltigkeit und zu den betroffenen Fachbereichen wie beispielsweise die Richtlinien 'VDI 4605 – Nachhaltigkeitsbewertung' oder ISO 14044 zu 'Umweltmanagement und Ökobilanzen'. Ziel einer Nachhaltigkeitsbewertung ist es, den Bewertungsgegenstand anhand eines Maßstabs auf seine Vereinbarkeit mit den Grundwerten der Nachhaltigkeit hin zu überprüfen. Dies soll dazu dienen, Transparenz zu schaffen, ähnlich Produkte vergleichbar zu machen und nötigenfalls Verbesserungen vorzunehmen (Maydl, 2014). Zumeist wird eine Nachhaltigkeitsbewertung anhand eines Indikatorenkatalogs durchgeführt und die Resultate dann mit einem festgelegten Bewertungsschema zur Vereinbarkeit mit den Nachhaltigkeitszielen überprüft (VDI, 2016). Die Ableitung der Methodik ist auch in einer im Rahmen des Forschungsvorhabens entstandenen Masterarbeit nachzulesen (Benes, 2017).

### 3.2 Methodik

#### 3.2.1 Indikatorauswahl

Die Zusammenstellung der für die Bewertung der Bauweise von unterirdischen Infrastrukturen geeigneten Indikatoren erfolgt zunächst durch eine umfängliche Literaturrecherche. Dafür wird in unterschiedlichen Quellen recherchiert: A - Normen und Richtlinien, B - Fachliteratur, C - Vorhandene Bewertungssysteme und Fallbeispiele. Das soll gewährleisten, dass Praxis, Forschung und planerisch-normative Vorgaben in den Entwicklungsprozess einbezogen werden. Die für die Auswertung relevante Literatur ist in Tabelle 2 zusammengefasst.

**Tabelle 2: Übersicht der in Phase 1 zur Indikatorauswahl verwendeten Literatur der Kategorien A, B, C (eigene Darstellung)**

	Literaturangabe	Titel	Kapitel	Seiten
Normen & Richtlinien	DIN, 2016	Nachhaltigkeit von Bauwerken - Bewertung der Nachhaltigkeit von Gebäuden und Ingenieurbauwerken - Teil 5: Rahmenbedingungen für die Bewertung der Nachhaltigkeit von Ingenieurbauwerken (DIN EN 15643-5:2016-3)	5.4.3, 6	6, 31-33
	DIN, 2015	Nachhaltigkeit von Bauwerken - Bewertung der ökonomischen Qualität von Gebäuden - Berechnungsmethode (DIN EN 16627:2015-9)	11	50-51
	DIN, 2014a	Nachhaltigkeit von Bauwerken - Bewertung der sozialen Qualität von Gebäuden - Berechnungsmethode (DIN EN 16309:2014-12)	7	22-44
	DIN, 2014b	Nachhaltigkeit von Bauwerken - Umweltproduktdeklaration - Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte (DIN EN 15804:2014-7)	7.2, 7.3	33-42
	DIN, 2012	Nachhaltigkeit von Bauwerken - Bewertung der umweltbezogenen Qualität von Gebäuden - Berechnungsmethode (DIN EN 15978:2012-10)	11	43-45
	DIN, 2009	Umweltmanagement - Ökobilanzen - Grundsätze und Rahmenbedingungen (ISO 14040:2009-11)	4.1-4.3	14-17
	VDI, 2016	VDI 4605 Nachhaltigkeitsbewertung (VDI 4605:2016-2)	4,4	6



	Literaturangabe	Titel	Kapitel	Seiten
Fachliteratur	Bauer et al., 2011	Nachhaltiges Bauen. Zukunftsfähige Konzepte für Planer und Entscheider	2	37-51
	BUW und DWA, 2015 Auf Englisch erhältlich	Neuartige Sanitärsysteme (unveröffentlicht) Auf Englisch erhältlich New Alternative Sanitation Systems, 2016	8	161-216
	Geisler und Schrader, 2002	Auswertung wissenschaftlicher Anforderungen an die Nachhaltigkeitsbewertung von Unternehmen	3.1, 4.1	10, 13
	Hachtel und Holzbaur, 2010	Management für Ingenieure. Technisches Management für Ingenieure in Produktion und Logistik	5	190-202
	Maydl, 2014	Geomechanics and Tunnelling 7. Nachhaltigkeit im Infrastrukturbau - Zur Übertragbarkeit von Bewertungskonzepten für Gebäude auf den Tiefbau	n. a.	577-592
	Zinke et al., 2016	Nachhaltigkeit und Normung. In: Stahlbau-Kalender 2016: Eurocode 3 - Grundnorm, Werkstoffe und Nachhaltigkeit	4, 5	423-431
Fallbeispiele & Bewertungssysteme	Balkema et al., 2002	Indicators for the sustainability assessment of wastewater treatment systems. Urban Water 4	n. a.	158
	Bundesregierung, 2006	Leitfaden zur Gesetzesfolgenabschätzung in der Europäischen Union	Annex II	30-36
	Dorn-Pfahler und Stritter, 2017	Nachhaltiges Bauen des Bundes. Forschung für die Praxis. Band 8	n. a.	14
	Fischer et al., 2016 a	Einheitliche Bewertungskriterien für Element der Straßenverkehrsinfrastruktur im Hinblick auf Nachhaltigkeit - Straße und Tunnel. Straßenbau Heft S 97	4	18-20
	Fischer et al., 2016 b	Nachhaltigkeitsbewertung für Erhaltungs- und Ertüchtigungskonzepte von Straßenbrücken. Brücken- und Ingenieurbau Heft B134	3	26-29
	Graubner et al., 2016	Entwicklung einheitlicher Bewertungskriterien für Infrastrukturbauwerke im Hinblick auf Nachhaltigkeit. Brücken- und Ingenieurbau. Heft B 125	2	13-106
	Jäppelt und Schadow, 2015	Nachhaltigkeitsbewertung von Infrastrukturbauwerken am Beispiel der Helgoländer Südkaje. Bautechnik 92. Heft 3	n. a.	227-229
	Kamarianakis und Thewes, 2014	Praktische Anwendung einer multikriteriellen Bewertung unterirdischer Infrastruktur	2,2	143
	Rathnayaka et al., 2016	Assessment of Sustainability of Urban Water Supply and Demand Management Options: A Comprehensive Approach. Water. Vol. 8	n. a.	5-8
	Thewes und Bielecki, 2011	Analyse zur ökologischen und ökonomischen Bewertung offener und geschlossener Bauverfahren zur Herstellung unterirdischer Infrastrukturmaßnahmen (Verkehrstunnel, Ver- und Entsorgungsleitungen) - Phase 2	9	57-68
	Sahely et al., 2005	Developing sustainability criteria for urban infrastructure systems. Canadian Journal of Civil Engineering. Vol. 32	n. a.	77-79
	Ugwu und Haupt, 2005	Key performance indicators and assessment methods for infrastructure sustainability - a South African construction industry perspective. Building and Environment 42	n. a.	669-670

Die Indikatoren von drei weiteren im Kontext von INTEGRIS relevanten Bewertungstools wurden ebenfalls in die Auswertungen zur Identifikation relevanter Indikatoren einbezogen.

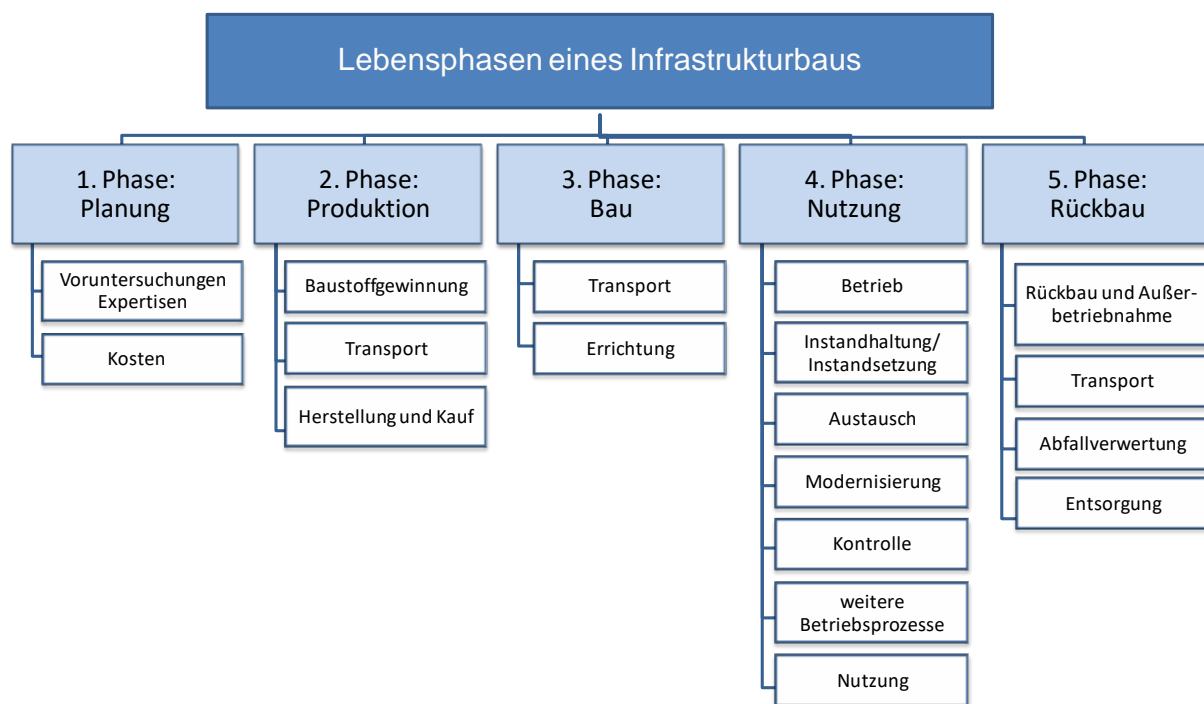
Damit soll sichergestellt werden, dass die Bewertung in INTEGRIS auf dem Stand gegenwärtiger Bewertungsmethoden ist. Sowohl die ‚Folgenabschätzung von (umwelt-)politischen Strategien‘ (Strategiefolgenabschätzung, SFA) (Richter, 2016) als auch die ‚Vereinfachte Umweltbewertung‘ (VERUM) (Berger et al., 2014) sind Produkte des UBA. Die dritte Methode, ein multikriterieller Bewertungsansatz für Wasserinfrastruktursysteme (Sartorius et al., 2017), wurde speziell für alternative Wasserinfrastruktursysteme im Rahmen des BMBF-Projektes TWIST++<sup>8</sup> entwickelt.

### 3.2.1.1 Systemgrenzen

Für eine umfassende Bewertung müssen theoretisch alle Lebensphasen von Infrastrukturprojekten in die Betrachtungen einbezogen werden (vgl. Abbildung 6). Praktisch werden nicht immer genügend Daten zur Verfügung stehen, um die Bewertung so umfänglich durchführen zu können.

Für die Definition der räumlichen Systemgrenzen werden die Kriterien für die Fallbeispiele herangezogen, und es wird die Region als Betrachtungsraum festgelegt.

**Abbildung 6: Lebensphasen eines Infrastrukturbaus bei der Bewertung der ökologischen, ökonomischen und sozialen Nachhaltigkeit (eigene Darstellung basierend auf: DIN, 2016)**



### 3.2.1.2 Indikatorkatalog

Aus der Literatur (vgl. Tabelle 2) wurde eine umfängliche Liste von im Kontext von INTEGRIS passenden Wirkungskategorien und Indikatoren zu den drei Dimensionen der Nachhaltigkeit zusammengestellt. Es wurden 34 ökologische, 28 ökonomische und 69 soziale Indikatoren identifiziert (vgl. Anhang 3, Kap. C). Diese Anfangsliste wurde in mehreren Schritten konsolidiert und auf die für das Fallbeispiel der KNE zentralen Fragestellungen kondensiert.

<sup>8</sup> TWIST++ Transitionswege für Wasserinfrastruktursysteme <https://www.twistplusplus.de/twist-de/inhalte/projekt.php>.

Zunächst wurden unpassende oder sich inhaltlich überschneidende Indikatoren aussortiert und sich thematisch entsprechende Indikatoren zusammengefasst. Beispielsweise wurde der Indikator Marktrisiko (Produktion, Marktfähigkeit) von der Liste entfernt, da für Bauvorhaben im Bereich Ver- und Entsorgungsinfrastrukturen den Kunden i. d. R. keine alternativen Angebote anderer Dienstleister zur Verfügung stehen. Thematisch sich ähnelnde Indikatoren wie 'Anzahl der Fälle mit Personenschaden' und 'Anzahl der Verkehrsunfälle mit Beteiligung von Mitarbeitern' wurden unter einem Indikator zusammengefasst.

Im zweiten Schritt wurde die so entstandene Liste unter dem Aspekt der größten erwarteten Veränderung analysiert: Bei welchen Indikatordaten werden deutliche Veränderungen durch die Wahl von gebündelter oder ungebündelter Bauweise erwartet? In diesem Schritt wurden Indikatoren aussortiert, die keine, oder nur geringfügige Berührungspunkte mit dem Bewertungsgegenstand haben, bspw. 'Gestalterische und Städtebauliche Qualität'. In Tabelle 3 ist die so entstandene Liste von Wirkungskategorien und Indikatoren dargestellt.

**Tabelle 3: Konsolidierte Indikatorenliste**

	Wirkungskategorie	Indikator	Literatur (min.)
Ökologische Dimension	Effizienter Einsatz (nicht energetischer) Materialien	Eingesetzte Materialmengen	(VDI, 2016)
		Rückbau, Trennung und Verwertung	(Bauer et al., 2011)
		Gesamtmenge an Abfall	(VDI, 2016)
		Anfallender Sondermüll	(Hachtel und Holzbaur, 2010)
		Bodenaushub, inerte Stoffe	(Bielecki et al., 2011)
	Energieeffizienz und Klimaschutz	Primärenergieverbrauch	(VDI, 2016)
		Transport, Treibhausgasemissionen	(DIN, 2014b)
	Flächennutzung und Artenvielfalt	Flächeninanspruchnahme	(VDI, 2016), (Bielecki et al., 2011)
		Flächentransformation	(VDI, 2016)
		Bodenqualität/-belastung	(VDI, 2016), (DIN, 2016), (DIN, 2014b), (BUW und DWA, 2015), (R Bielecki et al., 2011)
Einfluss auf geschützte Arten, Biodiversität		(VDI, 2016), (DIN, 2016), (Bauer et al., 2011), (Hachtel und Holzbaur, 2010)	
Wasserbedarf und Wasserqualität	Eingesetzte Wassermenge (je Funktionseinheit)	(VDI, 2016), (DIN, 2012)	
	Grundwassersituation	(VDI, 2016), Bielecki et al., 2011)	
Ökonomische Dimension	Wirtschaftlichkeit	Über den Lebenszyklus entstehende Kosten	(VDI, 2016), (DIN, 2016)
		Externe Kosten	(VDI, 2016), (DIN, 2016)
		Arbeitsproduktivität (Baggerarbeiten u. a.)	(VDI, 2016)

	Wirkungskategorie	Indikator	Literatur (min.)
Soziale Dimension		Mittel-/langfristige Wertbeständigkeit	(DIN, 2015)
	Wirtschaftliche Zukunftsvorsorge, Zukunftsfähigkeit	Belastung der örtlichen Wirtschaft	(DIN, 2016)
		Lebensdauer, Verlängerung der Lebensdauer eines Produktes	(VDI, 2016)
		Potenzial zur Betriebsoptimierung	(Fischer et al., 2016a)
	Beschäftigung	Anteil der beschäftigten, lokalen Unternehmen	(eigene Aufstellung)
		Anteil der Beschäftigten am Produktionsstandort, Schaffung von Arbeitsplätzen	(VDI, 2016), (BUW und DWA, 2015)
	Sicherheit, Schutz und Risiko	Beständigkeit gegen klimatische Veränderungen	(DIN, 2016), (Bauer et al., 2011)
		Widerstandsfähigkeit gegenüber außergewöhnlicher Einwirkungen	(DIN, 2016)
		Störung des Fußgänger- und des Fahrzeugverkehrs	(DIN, 2016)
		Persönliche Sicherheit und Schutz vor Einbruch und Vandalismus	(DIN, 2014a)
		Prozessstabilität, Dauer von Störfällen	(BUW und DWA, 2015)
		Baugrundrisiko	(Bielecki et al., 2011)
	Arbeitsbedingungen	Bedienungs-, Reinigungs- und Instandhaltungsfreundlichkeit	(Bauer et al., 2011)
	Belastungen für die Nachbarschaft	Lärm	(DIN, 2016), (Bauer et al., 2011)
		Emissionen an die Außenluft, Boden, Wasser	(DIN, 2016)
		Stöße und Erschütterungen	(DIN, 2016)
	Anlagen-, infrastrukturenspezifische Indikatoren	Komplexität	(Ugwu, Haupt 2005)
		Logistik	(Bielecki et al., 2011)
		Rückbaubarkeit, Demontagefreundlichkeit, Recyclingfreundlichkeit	(Fischer et al., 2016a)
	Öffentlichkeit und Verwaltung	Interaktionspotenzial zwischen den Medienleitungen	(Rathnayaka et al., 2016)
		Information und Transparenz	(VDI, 2016)
	Anpassungsfähigkeit	Akzeptanz und Realisierbarkeit	(VDI, 2016), (BUW und DWA, 2015)
		Bürokratischer Aufwand	(Ugwu, Haupt 2005)

	Wirkungskategorie	Indikator	Literatur (min.)
		Fähigkeit, technische Änderungen zu berücksichtigen	(DIN, 2016)

Im dritten Schritt wird die konsolidierte Liste mit den vorhandenen Bewertungsmethoden VERUM, SFA und TWIST-Bewertung abgeglichen.

VERUM wurde beim UBA entwickelt, um damit, ohne eine ausgiebige, quantitative Datenerhebung und -auswertung zu benötigen, schnell zu einer aussagekräftigen und präzisen Bewertung in Bezug auf eine Umweltschädigung durch ein Produkt, eine Dienstleistung oder einen Prozess zu gelangen. Die 14 zugehörigen Indikatoren berücksichtigen daher nur ökologische Aspekte (Berger et al., 2014).

Die Strategiefolgenabschätzung (SFA) – Anwendungsbereich sind politische Strategien und Programme - ist ebenfalls ein Instrument des UBA und betrachtet neben ökologischen auch ökonomische und soziale Belange. Die SFA beruht auf dem DPSIR-Ansatz (vgl. Kapitel 4.1). Dabei werden die Folgen einer Strategie/eines Programms ermittelt, indem die Folgen für jede Maßnahme anhand eines Kataloges von Wirkbereichen und zugehörigen Indikatoren in „Maßnahmesteckbriefen“ dargestellt werden. Das Werkzeug ermöglicht es, qualitative, quantitative und monetäre Daten parallel bei der Bewertung zu berücksichtigen – auch dann, wenn diese nicht durchgängig für einen Wirkbereich vorliegen. Ziel ist es, eine Aussage zu den Gesamtfolgen der Strategie/des Programms zu treffen, Synergien und Konflikte festzustellen und bei Bedarf Optimierungen vorzuschlagen. Das Werkzeug ist auf die „summarische“ Betrachtung der Folgen von Maßnahmen ausgerichtet. Für den Vergleich einzelner Maßnahmen untereinander mit dem Ziel, eine absolute Entscheidung über die vorzuziehende Alternative zu treffen (wie dies z.B. bei VERUM der Fall ist) ist das Werkzeug nicht ausgelegt. Hierfür ist regelmäßig ein Mindestmaß an quantitativen Daten erforderlich (Richter, 2020).

Der Indikatorkatalog der im BMBF-Projekt TWIST++ entwickelten multikriteriellen Bewertung von Wasserinfrastruktursystemen (Sartorius et al. 2017) enthält 20 Indikatoren, die in fünf Kategorien ökologische, ökonomische, soziale, technische und sicherheitsrelevante Aspekte abdecken.

Aus dem Abgleich der konsolidierten Liste (Tabelle 3) mit den genannten Methoden wurde eine Indikatorenliste entwickelt, die als Basis genommen und vorbehaltlich der Datenverfügbarkeit und der jeweiligen Randbedingungen auf die jeweils betrachteten Fallbeispiele angepasst werden kann (vgl. Tabelle 4).

**Tabelle 4: INTEGRIS-Indikatorkatalog - Basisvariante, anzupassen auf die jeweiligen Projekte**

	Wirkungskategorie	Indikator	Lebensphasen				
			1	2	3	4	5
Ökologische Dimension	Effizienter Einsatz (nicht energetischer) Materialien	Eingesetzte Materialmengen	x	x	x	x	x
		Rückbau, Demontage, Trennung und Verwertung/Recycling		x	x	x	x
		Gesamtmenge an Abfall	x	x	x	x	x
		Anfallender Sondermüll			x		x
		Bodenaushub, inerte Stoffe			x		x

	Wirkungskategorie	Indikator	Lebensphasen					
			1	2	3	4	5	
	Energieeffizienz, Emissionen und Klimaschutz	Primärenergieverbrauch	x	x	x	x	x	
		Transporte	x	x	x	x	x	
	Flächennutzung/Artenvielfalt	Stoffeinträge in die Umwelt		x	x	x	x	
		Flächeninanspruchnahme		x	x	x	x	
		Flächentransformation		x	x	x	x	
		Einfluss auf geschützte Arten, Biodiversität		x	x	x	x	
	Wasserbedarf und -qualität	Bodenqualität		x	x	x	x	
		Eingesetzte Wassermenge (je Funktionseinheit)		x	x	x	x	
			Grundwassersituation		x	x	x	x
	Ökonomische Dimension	Wirtschaftlichkeit	Über die Lebensphasen entstehende Kosten	x	x	x	x	x
Externe Kosten			x	x	x	x	x	
Auswirkungen einer veränderten Lebensdauer			x			x	x	
Wirtschaftliche Zukunftsvorsorge, Zukunftsfähigkeit		Störung der örtlichen Infrastruktur (gesellschaftlich & technisch)	x		x	x	x	
		Potenzial zur Betriebsoptimierung	x	x	x	x	x	
Beschäftigung		Anteil der beschäftigten, lokalen Unternehmen	x	x	x	x	x	
	Anteil der Beschäftigten am Produktionsstandort, Schaffung von Arbeitsplätzen	x	x	x	x	x		
Soziale Dimension	Sicherheit/Schutz/Risiko	Beständigkeit gegen klimatische Veränderungen			x	x	x	
		Widerstandsfähigkeit gegenüber außergewöhnlicher Einwirkungen			x	x	x	
		Sicherheit	x		x	x	x	
		Prozessstabilität				x		
			Baugrundrisiko			x	x	
	Arbeitsbedingungen	Bedienungs-, Reinigungs- und Instandhaltungsfreundlichkeit				x		
	Belastungen für die Nachbarschaft	Emissionen (Lärm, Erschütterungen, etc.)		x	x	x	x	
	Anpassungsfähigkeit	Anpassungsfähigkeit	x		x	x		
		Integrierbarkeit mit anderen Infrastruktursystemen	x				x	
		Planungsaufwand	x					
Logistik		x	x	x		x		

Wirkungskategorie	Indikator	Lebensphasen				
		1	2	3	4	5
Anlagen/infrastrukturspezifische Indikatoren: Auswirkungen auf Arbeitsprozesse und benachbarte Bereiche (gebietsbezogen)	Interaktionspotenzial zwischen den Medienleitungen			x	x	x
Öffentlichkeit und gesellschaftliche Akzeptanz	Information und Transparenz (Mittel)	x		x	x	x
	Akzeptanz und Realisierbarkeit (Folge)	x		x	x	x
Verwaltung/Institutionen	Auswirkungen auf das Regieren, Partizipation, gute Verwaltung, Zugang zur Justiz, Medien und Ethik	x		x	x	x
	Auswirkungen auf grenzüberschreitende Aktivitäten/Zusammenarbeit	x	x	x	x	x
	Auswirkungen auf Eigentumsrechte	x		x	x	x

### 3.2.2 Methodischer Ansatz

Die Bewertung der gebündelten Bauweise kann nur im Vergleich mit nicht gebündelter Bauweise erfolgen, weil davon ausgegangen werden muss, dass es zur Baumaßnahme an sich keine Alternative gibt.

Die grundsätzliche Idee der Bewertungsmethode ist daher, das ungebündelte Szenario als Referenz zu nutzen. Die Indikatorwerte für das Referenzszenario werden ermittelt und diese Werte werden als 100 %-Werte definiert. Damit kann sowohl bei quantitativen als auch bei qualitativen Parametern die Abweichung von der Referenz ermittelt oder abgeschätzt werden.

Alle fünf Lebensphasen des Infrastrukturbaus sind je nach Auftreten des Indikators einzeln zu bewerten. Nicht alle Indikatoren sind in jeder Lebensphase bewertbar. So findet beispielsweise der Bodenaushub nur in der Bauphase und, sofern vorhanden, in der Rückbauphase statt, nicht jedoch während der Planung, der Herstellung oder dem Betrieb.

Für die quantitative Bewertung wird der Mittelwert der Größenangaben der bewerteten Lebensphasen eines Indikators herangezogen und im Fall der Referenz zu 100 % gesetzt. Für die qualitative Bewertung entscheidet sich der Anwender in jeder zu bewertenden Lebensphase jedes Indikators für einen Wert auf einer Skala von 1 – 5, mit 1: sehr gering bis 5: sehr hoch. Auch hiervon wird der Mittelwert gebildet.

Indikatoren können negativ oder positiv belegt sein oder gar keine Wertung beinhalten. Ein negativ belegter Indikator bedeutet, dass ein höherer Wert negative Auswirkungen anzeigt (bspw. Energieaufwand). Ein positiv belegter Indikator zeigt bei höheren Werten positive Effekte (bspw. Akzeptanz).

Im Sinne einer konsistenten Darstellung der Auswirkungen aller Indikatoren müssen diese in die gleiche Richtung vom Referenzwert abweichen. Werden also höhere Werte als schlechter definiert, weisen negativ belegte Werte in die "richtige" Richtung, positiv belegte Werte müssen dementsprechend angepasst werden, um die Aussage nicht zu verfälschen.

### 3.3 Fallbeispiel KNE - Anwendung des Bewertungsansatzes und Ergebnisse

Für das Fallbeispiel der KNE wird die INTEGRIS-Indikatorliste auf die Randbedingungen des KNE-Projekts angepasst.

Zum Zeitpunkt der Untersuchungen war noch nicht mit dem Bau begonnen worden. Die von den KNE zur Verfügung gestellten Daten bezogen sich ausschließlich auf den Bau und die Planung. Weder der Rückbau, noch die Herstellung der Bauteile wird in der Planung berücksichtigt. Zum Betrieb liegen noch keine Daten vor. Folgerichtig wird die zuvor erarbeitete Einteilung in Lebensphasen für dieses Fallbeispiel nicht herangezogen und stattdessen eine Gesamtbetrachtung vorgenommen.

Die von den KNE zur Verfügung gestellten Daten enthalten u. a. Kostenberechnungen für das Projekt. Ebenso gibt es quantitative Angaben zu Bodenaushub, Flächeninanspruchnahme und -transformation. Für weitere Indikatorbereiche wie Treibhausgasemissionen, Stoffeinträge in die Umwelt, Bodenqualität und Grundwassersituation sind qualitative Aussagen vorhanden.

**Tabelle 5: KNE-Indikatorcatalog**

Dimension	Indikator
ökologisch	Gesamtmenge an Abfall
	Bodenaushub, inerte Stoffe
	Primärenergieverbrauch
	Transporte - Treibhausgasemissionen
	Stoffeinträge in die Umwelt
	Flächeninanspruchnahme
	Flächentransformation
	Einfluss auf geschützte Arten
	Bodenqualität
	Grundwassersituation
ökonomisch	Über die Lebensphasen entstehende Kosten
	Externe Kosten
	Anteil der beschäftigten, lokalen Unternehmen
sozial	Emissionen
	Planungsaufwand
	Information und Transparenz (Mittel)
	Akzeptanz und Realisierbarkeit (Folge)

Qualitativ fließt auch die Erfahrung der Projektleitung der KNE zu verschiedenen relevanten Themen ein. Daraus resultiert eine angepasste Indikatorliste, KNE-Indikatorcatalog, mit zehn ökologischen, drei ökonomischen und vier sozialen Indikatoren, (vgl. Tabelle 5). Hier können



nur Indikatoren abgebildet werden, die aus den Unterlagen oder Interviews mit der KNE bewertbar waren. Eine gleiche Anzahl an Indikatoren in den Dimensionen ist nicht erforderlich, indem für jede Dimension die Mittelwerte herangezogen werden.

### 3.3.1 Bewertung des Projektes der KNE

Grundlegend für eine Bewertung ist die Auswertung der KNE-Dokumente zu Planung und Genehmigung des Projektes. Die Planunterlagen wurden auf Daten zu geeigneten Indikatoren gesichtet. Hierbei konnten qualitative wie auch quantitative Angaben für die Indikatoren bestimmt werden, die in Tabelle 6 zusammengefasst sind.

**Tabelle 6: Übersicht über Daten aus den KNE-Planunterlagen. Einteilung in quantitative und qualitative Indikatoren sowie Zuordnung zur Bezugsquelle der Daten (eigene Darstellung)**

Indikator-Typ	Daten aus KNE-Dokumenten ersichtlich	Daten nicht aus KNE-Dokumenten ersichtlich
Quant. Indikator	Gesamtmenge an Abfall Bodenaushub, inerte Stoffe Flächeninanspruchnahme Flächentransformation Über die Lebensphasen entstehende Kosten	Primärenergieverbrauch Externe Kosten Anteil der beschäftigten, lokalen Unternehmen Emissionen
Qual. Indikator	Transporte, Treibhausgasemissionen Stoffeinträge in die Umwelt Einfluss auf geschützte Arten Bodenqualität Grundwassersituation	Information und Transparenz (Mittel) Akzeptanz und Realisierbarkeit (Folge) Planungsaufwand

In Tabelle 7 sind die als quantitativ erörterten Indikatorenwerte aufgeführt. Die Aspekte der drei Nachhaltigkeitsdimensionen sind in den Planungsunterlagen nicht gleichbedeutend vertreten, wodurch die zu beurteilenden Indikatoren unterschiedliche Beachtung finden.

Je nachdem, ob und in welcher Tiefe bestimmte Wirkungen der Baumaßnahme auf die Umwelt untersucht werden mussten, bestehen Unterschiede in der Ausführlichkeit der beschriebenen, analysierten Auswirkungen (vgl. Tabelle 8). So ist beispielsweise der Indikator Auswirkungen auf geschützte Arten in der Planung sehr detailliert analysiert worden. Potenzielle Auswirkungen auf jede einzelne Tier- und Pflanzenart im Zusammenhang mit dem Vorhaben sind, wie in der FFH-Richtlinie und im BNatSchG verankert, aufgeführt (IGR und ILS, 2016). Dabei handelt es sich um temporäre und dauerhafte Auswirkungen, wie beispielsweise den Verlust von Individuen oder Populationen. Nach § 16 des ROG musste die KNE dafür im Nachgang der als verträglich befundenen vereinfachten Raumordnungsprüfung eine Artenschutzprüfung durchführen lassen. Dieser Planungsteil orientiert sich am BNatSchG und dem Landesnaturschutzgesetz Rheinland-Pfalz (LNatSchG) zu Naturschutzvorgaben. Betroffen waren, laut Artenschutzprüfung, im Wesentlichen sechs von 543 untersuchten Arten. Nicht ausgeschlossen werden konnte der Einfluss auf 28 von 543 Arten. Zwar werden mehrere Arten vom Bauvorhaben betroffen sein, wurde jedoch in Anbetracht des geringen Ausmaßes der Auswirkung, wie in den Unterlagen aufgeführt, und der geringen betroffenen Artenanzahl der Skalenwert 2 (geringe Auswirkung) für diesen Indikator gewählt.

**Tabelle 7: Quantitative Indikatoren mit zugehörigen Daten aus KNE-Dokumenten (eigene Darstellung basierend auf: KNE-Planungsunterlagen)**

Indikator	Wert	Kommentar
Gesamtmenge an Abfall (t)	0 t	Ein Entsorgungspreis für jeden Bauabschnitt aufgelistet Abfall in keinem Abschnitt erwartet
Bodenaushub, inerte Stoffe (kg)	320.000 m <sup>3</sup>	Ca. 320.000 m <sup>3</sup> Bodenaushub Ca. 110.000 m <sup>3</sup> Bodenüberschuss Kein Überschuss an inerten Stoffen erwartet – denn Wiedereinbau in Straßen vorgesehen
Flächeninanspruchnahme (ha)	5.826.880 m <sup>2</sup> (temporär) 414.500 m <sup>2</sup> (dauerhaft)	Dauerhafter Schutzstreifen: 5 m x 82.900 m = 414.500 m <sup>2</sup> Vorübergehende Fläche für Bauarbeiten: 9 m x 63.6200 m = 5.725.800 m <sup>2</sup> (ausreichende Platzverhältnisse); 6 m x 16.846,7 m = 101.080,2 m <sup>2</sup> (beengte Platzverhältnisse)
Flächentransformation (ha)	26.600 m <sup>2</sup> (temporär) 14.400 m <sup>2</sup> (dauerhaft)	Aufteilung der Rodungsflächen nach Forstämtern: Prüm 0,81 ha; Bitburg 0,55 ha; Neuerburg 0,04 ha; Trier 0,04 ha Temporäre Waldentnahme: 2,66 ha
Über die Lebensphasen entstehende Kosten (Euro)	51,94 Mio. Euro	Nettokosten 51,94 Mio. Euro 627 Euro/lfdm Enthalten: Grundstück, Herrichten, Erschließen, Bauwerk - Baukonstruktion, Außenanlagen, Ausstattung und Kunstwerke, Baunebenkosten Enthält nicht alle Lebensphasen, z. B. Betrieb (Instandhaltung, Wartung, etc.); Rückbau; u. a. nicht einkalkuliert (keine Daten vorhanden)

**Tabelle 8: Qualitative Indikatoren mit zugeordneten Skalenwerten aus KNE-Dokumenten (eigene Darstellung basierend auf: KNE-Planungsunterlagen)**

Indikator	Einschätzung (Skala 1 = gering-5= groß)	Kommentar
Transporte - Treibhausgasemissionen	Skalenwert: 2	Erhöhtes Aufkommen während des Baus Anlagenbedingt keine Beeinträchtigung Betriebsbedingt keine Beeinträchtigung
Stoffeinträge in die Umwelt	Skalenwert: 1	An unterschiedlichen Stellen der Planung erwähnt, z. B. im Zusammenhang mit Trinkwasserschutzgebieten, Gewässerkreuzungen Maßnahmen zur Verhinderung von Stoffeinträgen beschrieben
Bodenqualität	Skalenwert: 4	Natürliche geogene Bleibelastung im Bereich um Bleialf – Wiedereinbau in Schichten nach BBodSchG Keine Belastung durch Bau erwartet Starke baubedingte Beeinträchtigung erwartet Dauerhafte fruchtbarer Boden durch Leitungen beeinträchtigt Durch Wiederherstellungsmaßnahmen können vorbelastete Böden in ihrer Funktionalität wiederhergestellt werden
Einfluss auf geschützte Arten	6 von 543 Arten (betroffen) 28 von 543 Arten (potenziell betroffen)	Insgesamt 543 Arten untersucht Im Wesentlichen betroffene Arten: Wildkatze, Schlingnatter/Mauereidechse, Schwarzstorch, Haselhuhn, Große Hufeisennase, Mopsfledermaus

Indikator	Einschätzung (Skala 1 = gering-5= groß)	Kommentar
	34 Arten (tendenziell gesamt betroffen): Skalenwert: 2	Für 11 Vogel-, 3 Amphibien-, 12 Fledermausarten und 1 Nage- tier- und 1 Reptilienart sind Verbotstatbestände möglicher- weise zutreffend; daher kein Ausschluss der Betroffenheit die- ser Arten
Grundwasser- situation	Skalenwert: 3	Beurteilung der Grundwassersituation im Hinblick auf folgende Sachverhalte möglich: Bauwasserleitung durch Grabentiefe (1,75 m) nicht relevant Von 35 sind 19 Gewässerkreuzungen als Über- oder Unterfah- rung der Gewässer geplant 8 Gewässerkreuzungen in geschlossener Bauweise Keine Veränderung an Überschwemmungsgebieten 2 Trinkwasserschutzgebiete betroffen Vorbehaltsgebiete Grundwasserschutz in mehreren Gebieten betroffen

### 3.3.1.1 Expertengespräch

Ergänzend zu den literaturbasierten Arbeiten wurde ein Expertengespräch mit dem zuständigen Planungsleiter der KNE durchgeführt. Der entwickelte Gesprächsleitfaden bestand in einem Abschnitt zu den Rahmenbedingungen für das Projekt und einem Abschnitt zu speziellen Angaben zu den Indikatoren. Für die Bewertung war der zweite Fragenabschnitt maßgeblich. Der erste Fragenabschnitt ermöglichte ein besseres Verständnis für das Projekt und seine Planungszusammenhänge.

**Teil 1:** Der erste Fragenabschnitt bezog sich auf planungsrechtliche, rechtliche, administrative und wirtschaftliche Rahmenbedingungen. Bei jeder Kategorie konnten Angaben zu Erschwernissen und Erleichterungen hinsichtlich des Vorhabens gemacht werden. Ein Beispiel für den Bezug zu den nachfolgenden Indikatorfragen sind die politischen Rahmenbedingungen. Laut Aussage des Experten gab es bereits Unterstützung von allen politischen Parteien. Die Vorzüge wurden dadurch verstärkt an die Bevölkerung herangetragen und erleichterten die Akzeptanz und Realisierbarkeit des Bauvorhabens (KNE: pers. Mitteilung 10.07.2017). Inhaltliche Einzelheiten zu den Rahmenbedingungen sind dem Ergebnisprotokoll, Anhang A.4, zu entnehmen.

**Teil 2:** Die Antworten zu den Indikatoren sollten sowohl Aufschluss über das geplante Vorhaben der Leitungsbündelung geben als auch über eine vergleichbare Variante mit einzeln verlegten Leitungen. Da die KNE keine gezielte Vorprüfung zu einem Bauvorhaben ohne Leitungsbündelung von der KNE durchgeführt hatte, konnten keine exakten Angaben für die Vergleichsvariante gemacht werden. Aus den Erfahrungswerten des Experten und der detaillierten Befassung mit jedem Planungsbereich konnten dennoch relativ präzise Einschätzungen gewonnen werden. So war die Einschätzung des Interviewpartners, dass bei der ungebündelten Alternative für die Mehrzahl der Indikatoren eine Verschlechterung von 20-70 % zu erwarten sei. Die breite Spanne resultiert daraus, dass das Bauvorhaben über eine 82,9 km lange Strecke geplant ist, auf der sich über die Länge die Anzahl und Arten der Bündelungen ändert. Je mehr Sparten gemeinsam verlegt werden, desto besser gestaltet sich die gebündelte gegenüber der ungebündelten Variante. Dem Expertengespräch zufolge ist für eine Leitungsbündelung von weniger als insgesamt fünf möglichen Sparten eine Verbesserung von 20-40 % anzunehmen. Hingegen könne ab einer fünf-Spartenverlegung von einer 40-70 %-igen Verbesserung ausgegangen werden. Dies ist nicht zuletzt darauf zurückzuführen, dass jede nacheinander folgende Verlegung erneut der gleichen Vorkehrungen bedarf. Angesprochen werden hier insbesondere Abfall, Bodenaushub,

Treibhausgasemissionen durch Transporte, Flächeninanspruchnahme und -transformation, Kosten und Emissionen, für die eine grobe Einschätzung vorgenommen wurde.

Gemäß Expertenmeinung würden sich einige Indikatoren durch die Wahl der Bauweise in ihrer Ausprägung kaum verändern. Bodenqualität und Grundwasserqualität beispielsweise würden in gleichem Maße durch beide Varianten beeinträchtigt. Bezüglich der sozialen Nachhaltigkeit seien Information und Transparenz bei der gebündelten Variante größer, was auch zu einer erhöhten Akzeptanz des Bauvorhabens bei der Bevölkerung führt. Bei der ungebündelten Variante sei mit mehr Widerstand zu rechnen.

### 3.3.2 Ergebnisse

Das Bauvorhaben der KNE ist zum Zeitpunkt der Bewertung noch in der Planungsphase. Die Bewertung erfolgt in einer gesamtheitlichen Betrachtung und nicht nach jeder einzelnen Lebensphase, daher werden die vorübergehenden, temporären Werte und Belastungen ähnlich wie dauerhafte Auswirkungen bewertet.

Die relativen Unterschiede beider Varianten sind in Tabelle 9 als Faktoren dargestellt. Aufgrund der wenig detaillierten Informationen zu dem analysierten Fallbeispiel Westeifel der KNE wurde das Bewertungsvorgehen vereinfacht durchgeführt. Die Einordnung der Daten in das Ausmaß der Auswirkungen, wie z. B. die Berechnung der Mittelwerte der Lebensphasen eines Indikators sowie die Umrechnung von positiven auf negative Auswirkungen, wurden daher nicht durchgeführt.

**Tabelle 9: Übersicht der bewerteten Indikatoren mit zugehörigen Endergebnissen als bezogene Werte beider Varianten (G und UG) (eigene Darstellung basierend auf: Expertengespräch und KNE-Planungsunterlagen)**

Dimension	Indikator	Wirkungsfaktor	
		Gebündelt (G)	Ungebündelt (UG)
Ökologisch 1	Gesamtmenge an Abfall	1	1
Ökologisch 2	Bodenaushub, inerte Stoffe	1	1,5
Ökologisch 3	Primärenergieverbrauch	1	1,5
Ökologisch 4	Transporte – Treibhausgasemissionen	1	1,5
Ökologisch 5	Stoffeinträge in Die Umwelt	1	1,5
Ökologisch 6	Flächeninanspruchnahme	1	1,5
Ökologisch 7	Flächentransformation	1	1,5
Ökologisch 8	Einfluss auf geschützte Arten	1	1,5
Ökologisch 9	Bodenqualität	1	1
Ökologisch 10	Grundwassersituation	1	1
Ökonomisch 1	Über die Lebensphasen entstehende Kosten	1	1,5
Ökonomisch 2	Zusatzkosten	1	0,5
Ökonomisch 3	Benachteiligung lokaler Unternehmen	1	0,3

Dimension	Indikator	Wirkungsfaktor	
		Gebündelt (G)	Ungebündelt (UG)
Sozial 1	Emissionen (Nachbarschaftsbelastung)	1	1,5
Sozial 2	Planungsaufwand	1	0,8
Sozial 3	Information und Transparenz (Mittel)	1	1,5
Sozial 4	Akzeptanz und Realisierbarkeit (Folge)	1	1,5

Da über den Großteil der Strecke alle vorhandenen (fünf von fünf) möglichen Sparten gebündelt verlegt werden, wurde in der Bewertungsmatrix für die relevanten Indikatoren eine Verschlechterung von 50 % bei der ungebündelten Variante angesetzt. Der Wert 50 % liegt im Mittelfeld der im Expertengespräch genannte Spannbreite, und ist gemäß der genannten Argumentation stärker in Richtung der Werte für mehr gebündelte Leitungen (50-70 %) ausgerichtet. In der Matrix ergab dies einen bezogenen Wert von 150 % der Variante-UG gegenüber Variante-G mit 100 %. Die hierbei relevanten Indikatoren waren Bodenaushub, Primärenergieverbrauch, Treibhausgasemissionen, Stoffeinträge in die Umwelt, Flächeninanspruchnahme, Flächentransformation, Einfluss auf geschützte Arten, Über die Lebensphasen entstehende Kosten, Emissionen (Nachbarschaftsbelastung), Information und Transparenz sowie Akzeptanz und Realisierbarkeit.

Bezüglich der Gesamtmenge an Abfall wurde keine Verschlechterung bei der gebündelten Variante angenommen. Laut Expertenmeinung ist kein Abfall zu erwarten. Falls doch, sei dies auf das Verpackungsmaterial der Leitungen zurückzuführen, das bei beiden Varianten in ungefähr dem selben Maße anfallen würde. Auch sei durch die Wahl der Bauvariante keine Veränderung der Bodenbelastung und Grundwassersituation zu erwarten.

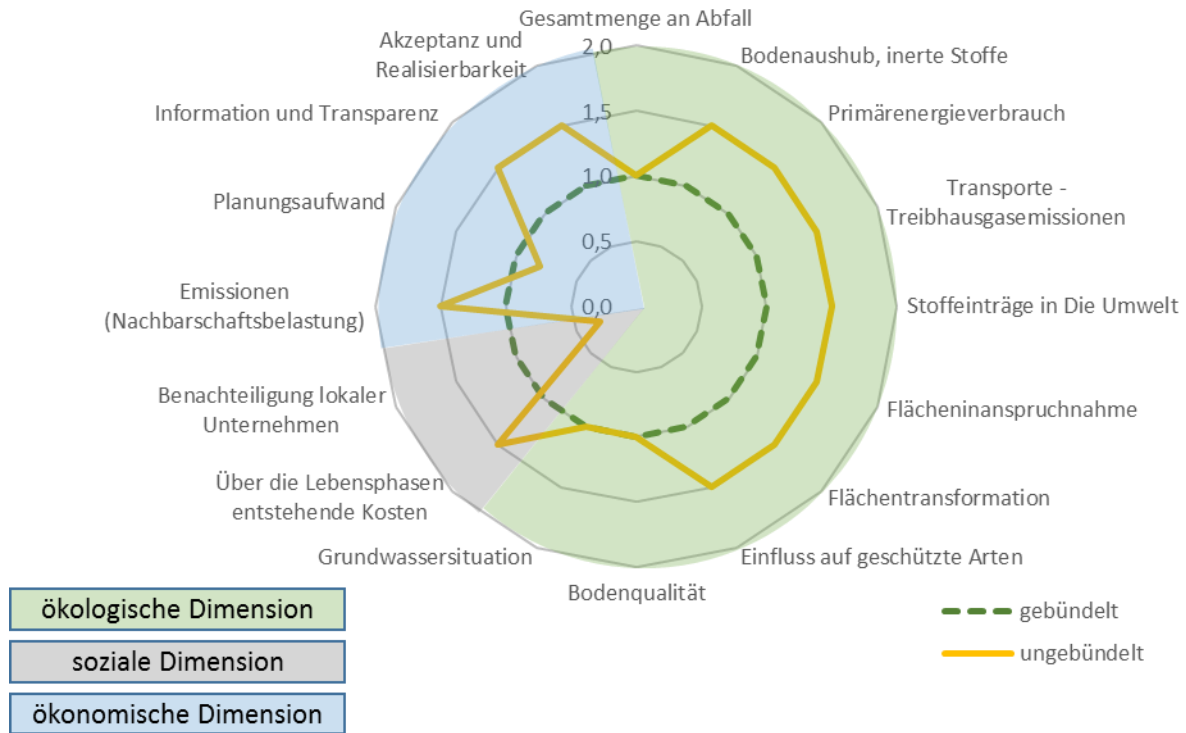
Bei drei Indikatoren verringern sich die Auswirkungen bei der ungebündelten Variante: Bei der ungebündelten Variante ist eine Reduzierung der Zusatzkosten (externen Kosten) zu erwarten, da bestimmte Maßnahmen bei kleineren Projekten teilweise bei anderen Aufgaben integriert werden können. So musste beispielsweise bei der geplanten Leitungsbündelung, einem Projekt mit großen Ausmaßen, zusätzlich eine Risikobegleitung in Auftrag gegeben werden, die bei mehreren kleinen Einzelprojekten in andere Arbeitsschritte integriert werden könnten. Die Größenordnung des Projekts bestimmt auch den Anteil der beschäftigten lokalen Unternehmen sowie den Planungsaufwand, der bei Variante-G als umfangreicher eingeschätzt wird. So müssen z. B. mehr Beteiligte in den Planungs- und Genehmigungsprozess einbezogen und eine längere Laufzeit für die Planung einkalkuliert werden. Zudem fällt das Vergabeverfahren von Aufträgen in die Kategorie für Ausschreibungen auf europaweiter Ebene, wodurch es für größere Unternehmen interessant wird sich zu bewerben, während lokale Unternehmen dadurch eher benachteiligt sind.

In Abbildung 7 ist die vergleichende Betrachtung beider Varianten über die ausgewählten Indikatoren dargestellt. Die ungebündelte Variante weist in mehr Indikatoren negative Auswirkungen auf als die Leitungsbündelung. Um den Unterschied vergleichen zu können, wurden die bezogenen Werte der drei Dimensionen gemittelt und für beide Varianten aufgeführt.

Während die ökologischen und die sozialen Indikatoren im Mittel bei der gebündelten Variante besser abschneiden, ist die ökonomische Nachhaltigkeit bei der ungebündelten Variante besser bewertet. Blickt man auf die zugehörigen Indikatoren wird deutlich, dass vor allem die Bewertung des Anteils der beschäftigten lokalen Unternehmen positiv zu Buche schlägt. Dagegen muss

für ein komplexes Bündelungsvorhaben die Ausschreibung europaweit erfolgen und es bieten eher große Generalunternehmer an.

**Abbildung 7: Darstellung der vergleichenden Betrachtung beider Varianten (gebündelt & ungebündelt) über die ausgewählten Indikatoren (eigene Darstellung basierend auf: Expertengespräch und KNE-Planungsunterlagen)**



Diese Bewertung ist auf das konkrete Fallbeispiel KNE bezogen. Für die Indikatoren lagen zum Teil konkrete Zahlen vor; zum größten Teil wurden sie aber durch qualitative Einschätzungen von projektbeteiligten Experten gewonnen. Die Auswahl der Indikatoren muss jeweils projektspezifisch angepasst werden.

Um zu einer allgemeingültigen Bewertung der Umweltwirkungen eines gebündelten Infrastrukturprojekts zu gelangen, sollte in die Analyse kein Regionalbezug einfließen. Mit Hilfe von grundlegenden Daten aus Normen und Richtlinien können für einzelne Indikatoren, wie bspw. Flächeninanspruchnahme, empirische Werte errechnet werden. Eine in diesem Sinne grundsätzlichere Betrachtung der relevanten Umweltwirkungen erfolgt in Kapitel 4. Damit werden die in Abbildung 7 auffällig voneinander abweichenden ökologischen Indikatoren, z. B. Flächeninanspruchnahme, Bodenqualität oder Emissionen, nochmals überprüft.

## 4 Vergleich der Umweltwirkungen von gebündelten und ungebündelten Infrastrukturen am Beispiel der Kommunalen Netze Eifel (KNE)

Eine der zentralen Aufgaben des Projektes INTEGRIS ist es herauszufinden, inwieweit durch Bündelung von Infrastrukturen umweltgerechtere Lösungen erreicht werden können, die sowohl zulassungs- und planungsrechtlich als auch bezüglich ihrer unmittelbaren räumlichen Auswirkungen und der nachhaltigen Regionalentwicklung auf ganz Deutschland übertragbar sind.

Wesentliche Voraussetzung dafür ist, dass die mit gebündelt realisierten unterirdischen Infrastrukturen verbundenen Wirkungen auf die Umwelt tatsächlich deutlich geringer sind als die Summe der Wirkungen ungebündelter Verlegungen entsprechender Einzelsysteme. Eine wichtige Aufgabe des Projektes besteht darin zu überprüfen, ob diese Annahme grundsätzlich zutrifft und im Hinblick auf welche spezifischen Umweltwirkungen ggf. besondere Vorteile durch eine gebündelte Verlegung zu erwarten sind. In Ergänzung der Nachhaltigkeitsbewertung wurde daher eine detailliertere Untersuchung der leitungstypischen Umweltwirkungen von gebündelten im Vergleich mit ungebündelten Infrastrukturvorhaben vorgenommen.

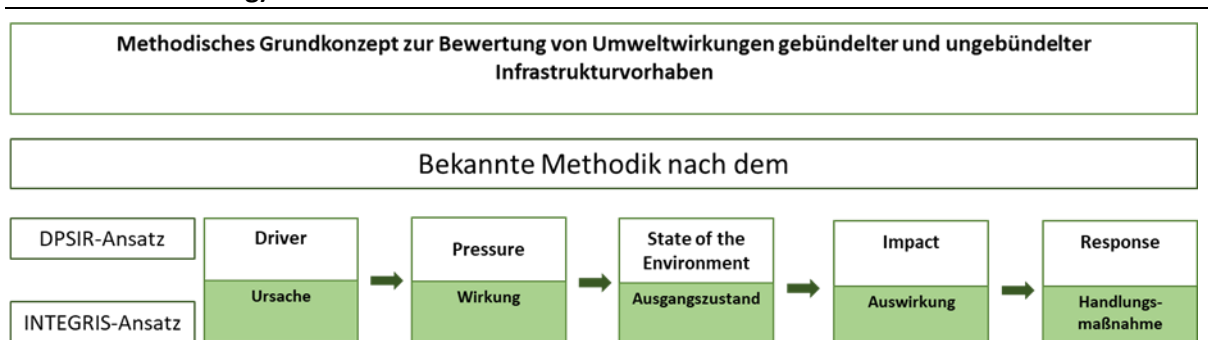
Die detaillierte Untersuchung der Umweltwirkungen wird am Beispiel des Verbundprojekts in der Westeifel (im weiteren Text „Fallbeispiel der KNE“) durchgeführt. Ziel ist es, die Umweltwirkungen des Westeifelprojektes mit jenen Umweltwirkungen einer getrennten Verlegung der in der Westeifel verbauten Infrastrukturen zu vergleichen. Aus den Vergleichsergebnissen sollen abschließend Empfehlungen für die Planungspraxis abgeleitet werden.

### 4.1 Methodik

#### 4.1.1 Grundlage der Vergleichsanalyse auf Basis des DPSIR-Ansatzes

Für die Überprüfung der Annahme, ob mit einer Bündelung besondere Vorteile im Hinblick auf die Umweltwirkungen zu erwarten sind und bezogen, auf welche spezifischen Umweltwirkungen dieses ggf. besonders zutrifft, wurde das Grundkonzept des DPSIR-Ansatzes der Europäischen Umweltagentur nach Smeets & Wetering (1999) zugrunde gelegt. Es folgt dem Ursache-Wirkungsprinzip und unterscheidet innerhalb von Wirkungsgefügen die Faktoren Driver, Pressure, State, Impact und Response (DPSIR). In Abbildung 8 werden die in INTEGRIS verwendeten deutschen Begrifflichkeiten Ursache (Driver), Wirkung (Pressure), Ausgangszustand (State), Auswirkung (Impact) und Handlungsmaßnahme (Response) ihren englischen Pendanten aus dem DPSIR-Ansatz zugeordnet.

**Abbildung 8: Definition der Begrifflichkeiten nach dem DPSIR-Ansatz in INTEGRIS (Eigene Abbildung)**



In INTEGRIS wird angenommen, dass das Vorhaben (Ursache) mit seinen Vorhabenmerkmalen (verschiedene Infrastruktursysteme und Aktivitäten im Zusammenhang mit den Phasen Bau, Anlage und Betrieb) auf den betroffenen Standort und dessen Umweltzustand wirkt (Wirkung) und den ursprünglichen Zustand (Ausgangszustand) verändert (Auswirkung). Die Auswirkungen können teilweise durch Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen kompensiert werden (Response). Entsprechend dieser Systematik werden die mit dem Bau, der Anlage sowie dem Betrieb verbundenen raumunabhängigen Umweltwirkungen sowie die raumabhängigen Umweltauswirkungen bestimmt und analysiert.

#### **4.1.2 Ermittlung der als Vergleichsparameter genutzten raumunabhängigen Umweltwirkungen nach dem DPSIR-Ansatz**

Abgeleitet aus dem DPSIR Ansatz werden nachfolgend die für den Vergleich relevanten Parameter definiert.

##### **4.1.2.1 Darstellung des Vorhabentyps**

Bei der Auswahl des Vorhabentyps für die Untersuchung wird sowohl der Infrastrukturgraben als auch alle in jenem Graben verlegten Infrastruktursystemtypen - wie Strom oder Gas – mit ihren Eigenschaften betrachtet und dieses einmal bei angenommener Einzelverlegung und dann als gebündelte Verlegung, wie im KNE-Projekt realisiert. Da es eine große Vielzahl an Bündelungsmöglichkeiten der integrierten Verlegung innerhalb eines Grabens gibt, ist es erforderlich, die zum Vergleich herangezogene Bündelungsvariante und Verlegeform genau zu definieren.

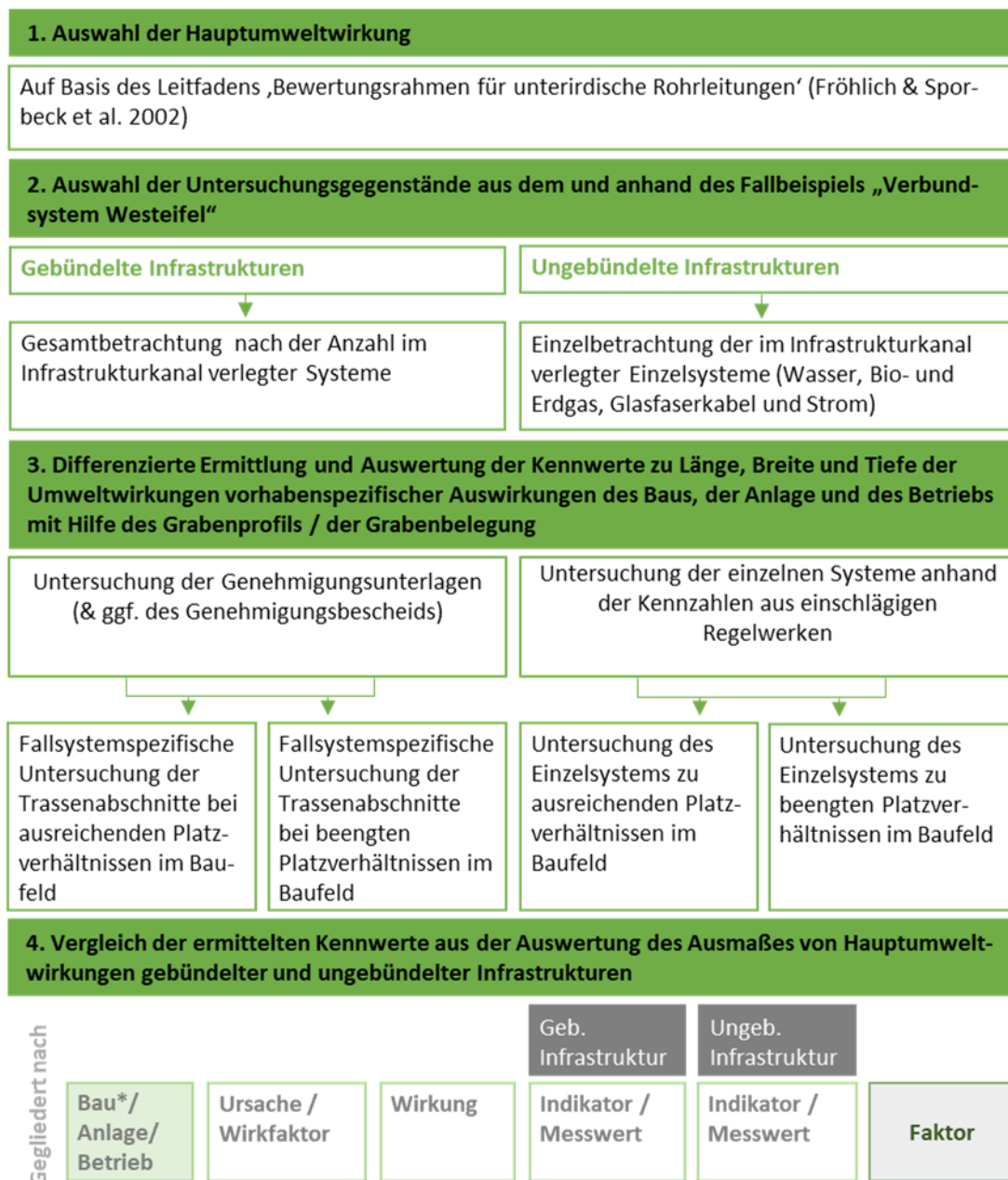
In INTEGRIS wurden ausschließlich Infrastrukturgräben betrachtet, deren Bandinfrastruktursystem in der offenen Grabenbauweise (Regelbauweise) verlegt wurden, das gilt sowohl für das Bündelungsbeispiel (KNE) als auch für die zum Vergleich angenommene fiktive Einzelverlegung der entsprechenden Systeme. Dabei werden nur die Leitungen selber und nicht die ggf. erforderlichen Nebenanlagen betrachtet.

Aus dem Fallbeispiel der KNE kann abgeleitet werden, dass es sich um einen in der Regelbauweise gebauten integrierten Infrastrukturkanal handelt, der sich in den drei näher betrachteten Bauabschnitten im Hinblick auf die Konstellation der verbauten Leitungssysteme unterscheiden lässt. Diese Vielschichtigkeit bietet für die Untersuchung das Potenzial, das Beispiel differenziert zu untersuchen und leitungsspezifische Fälle zu definieren, um eine möglichst große Bandbreite der möglichen Wirkungen auf die Umwelt abzubilden und zu vergleichen.

Die an das Fallbeispiel der KNE angepasste Analyse der Umweltwirkungen gebündelter und ungebündelter Infrastrukturen erfolgt in vier Schritten (vgl. Abbildung 9) und wird im Weiteren näher beschrieben.



**Abbildung 9: Analyseraster zur vergleichenden Analyse der Umweltwirkungen gebündelter und ungebündelter Infrastrukturen (eigene Darstellung)**



\* Es wird nur die Herstellung betrachtet.

#### 4.1.2.2 Analytierte integrierte Bündelung

Für den Vergleich lassen sich aus den Antragsunterlagen der KNE in den drei Bauabschnitten vier spezifische Bauprofile ableiten, die als Fallkonstellationen für eine differenzierte Untersuchung nach den o. g. Kriterien besonders geeignet sind (IGR & Dr. Pecher AG 2016a). In Tabelle 10 sind die zu untersuchenden Fälle aufgeführt.

**Tabelle 10: Auswahl der zu untersuchenden Fälle aus den Genehmigungsunterlagen (IGR & Dr. Pecher AG 2016a)**

Fall	Trassenabschnitt mit	Bauabschnitt	Profil des Bauabschnitts	Integrierte Einzelsysteme
1	3 Einzelsystemen	2	II.10	Wasserleitung (DN 300), Lichtwellenleiter (LWL) mit 144 Fasern, Strom (KSR DN 250 PVC-U und KSR DN 150 PVC-U)
2	4 Einzelsystemen	1	I.40	Wasserleitung (DN 300), Erdgas (DN 150 ST), LWL mit 144 Fasern, Strom (KSR DN 250 PVC-U und KSR DN 150 PVC-U)
3	5 Einzelsystemen	1	I.60	Wasserleitung (DN 400), Biogas (DA160 PE), Erdgas (DN 150 ST), LWL mit 144 Fasern, Strom (KSR DN 250 PVC-U und KSR DN 150 PVC-U)
4	2 Einzelsystemen	3	III.90	Wasserleitung (DN 400), LWL mit 144 Fasern

#### 4.1.2.3 Analyisierte Einzelsysteme in der Einzelverlegung

Aus den betrachteten Fallkonstellationen im KNE-Projekt wurden für die vergleichende Gegenüberstellung der ungebündelten Verlegung folgende Infrastrukturleitungstypen abgeleitet und in die Analyse einbezogen:

- ▶ Wasserleitung (DN 300 GGG & DN 400 GGG),
- ▶ Biogas (DA 160 PE),
- ▶ Erdgas (DN 150 ST),
- ▶ LWL mit 144 Fasern (DA 50),
- ▶ Strom (KSR DN 250 PVC-U und KSR DN 150 PVC-U).

#### 4.1.2.4 Ermittlung der Wirkfaktoren und Wirkintensitäten für den Vergleich

Um die Untersuchung transparent und somit nachvollziehbar durchzuführen, werden für den Vergleich nur **Wirkungen** ermittelt, die unabhängig von der konkreten örtlichen Realisierung sind. Dieses macht es erforderlich, vom konkret realisierten Vorhaben auf die Typebene zu abstrahieren.

Bezogen auf diese Leitungstypen wurden für den Vergleich alle Vorhabenmerkmale und Bauaktivitäten aus dem konventionellen Tiefbau betrachtet, die für den unterirdisch verbauten Infrastrukturkanal eine Umweltrelevanz haben könnten. Die zu betrachtenden umweltrelevanten Bauaktivitäten und Vorhabenmerkmale wurden entsprechend des Leitfadens „Bewertungsrahmen für unterirdische Rohrleitungen“ (Fröhlich & Sporbeck et al. 2002) unterschieden in Bau, Anlage und Betrieb. Als umweltrelevant wurden alle Bauaktivitäten definiert, die nach dem Verständnis von Fröhlich & Sporbeck et al. 2002 in der Regel auftreten, unabhängig davon, in welchem Raum ein Vorhaben realisiert wird. Entsprechend sind die damit verbundenen Umweltwirkungen für einen raumunabhängigen Vergleich von gebündelten und ungebündelten Infrastrukturen nutzbar.

Darauf aufbauend wurden die Indikatoren, Mess- und Kennwerte festgelegt, anhand derer die Intensität der Wirkungen verglichen werden kann. Für den Vergleich wurden die ermittelten Indikatoren, Mess- und Kennwerte in Relation zu Länge, Breite und Tiefe der Grabenprofile gesetzt.

Anschließend wurden die für den Vergleich getroffenen Annahmen im Rahmen einer Diskussionsrunde auf dem KNE-Workshop, im Hinblick auf ihre Eignung diskutiert (Anhang 2, Kapitel B.3). Die im Nachgang aufgeführten Annahmen und standardisierten Vergleichsparameter stellen die im Workshop erzielten Ergebnisse dar.

#### 4.1.2.5 Analytierte Bündelungskonstellationen

Aus dem KNE-Projekt (Fallbeispiel) wurden die Vergleichswerte für die mit einer Bündelung im integrierten Infrastrukturkanal verbundenen Umweltwirkungen aus den Antragsunterlagen des Verbundsystems Westeifel (IGR & Dr. Pecher AG 2016) ermittelt.

Die Indikatoren, Kenn- und Messwerte der Einzelverlegungen wurden zum Teil ebenfalls entsprechend der aus den o. g. Antragsunterlagen zu entnehmenden Größen festgelegt. Weitere Eigenschaften einzeln verlegter Leitungstypen und Besonderheiten ihrer Verlegungsart wurden aus Regelwerken herausgearbeitet. Eine ausführliche Liste der verwendeten Regelwerke kann unter Anhang 4, Kapitel D eingesehen werden.

Bezogen auf das Leitungssystem Lichtwellenleiter (LWL) wurde angenommen, dass eine Einzelverlegung im Pflugverfahren erfolgt, da sich dieses Verfahren im ländlichen Raum in der Einzelverlegung durchgesetzt hat (Breitband.NRW 2017, bmvit 2018).

Die für den Vergleich der Umweltwirkungen zugrunde gelegten Parameter der Einzelverlegung sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

**Tabelle 11: Variablen zur Kalkulation der Umweltwirkungen in der Einzelverlegung (Einheit in Metern)**

Leitungssystem	Einzel-durchmesser [m] <sup>1</sup>	Radius [m] <sup>2</sup>	Volumen pro Trassenmeter [m <sup>3</sup> ] <sup>3</sup>	Böschungsgrad [Grad] <sup>4</sup>	Schutzstreifenbreite i. Baufeld [m <sup>2</sup> ] <sup>5,6</sup>	Vertikales Gesamtgrabenprofil [m] <sup>2+4</sup>	Ausschlaggebende Mindestrohrdeckung [m] <sup>2+4</sup>
Wasser (DN 400 GGG)	0,43	0,215	0,145	k. B.	5	1,25	1,1
Wasser (DN 300 GGG)	0,33	0,165	0,086	k. B.	5	1,25	1,1
Erdgas (DN 150 ST)	0,16	0,08	0,020	45	5	1,09	1,2
Biogas (DA160 PE)	0,16	0,08	0,020	k. B.	5	1,1	1,0
LWL	0,12	0,06	0,011	k. B.	4	0,9	0,8

Leitungssystem	Einzel-durchmesser [m] <sup>1</sup>	Radius [m] <sup>2</sup>	Volumen pro Trassenmeter [m <sup>3</sup> ] <sup>3</sup>	Böschungsgrad [Grad] <sup>4</sup>	Schutzstreifenbreite i. Baufeld [m <sup>2</sup> ] <sup>5,6</sup>	Vertikales Gesamtgrabenprofil [m] <sup>2+4</sup>	Ausschlaggebende Mindestrohrdeckung [m] <sup>2+4</sup>
Strom (DN 250 PVC-U)	0,25	0,125	0,049	45	5	1,09	1,2
Strom (DN 150 PVC-U)	0,15	0,075	0,018	45	5	1,09	1,2

Legende

1: Variable entnommen aus IGR & Dr. Pecher AG 2016b; 2: Für die Berechnung der Leitungssystemradien  $r = d/2$  wurde für d der Einzeldurchmesser des jeweils zu berechnenden Leitungssystems verwendet; 3: Für die Berechnung des Rohrvolumens pro Trassenmeter wurde die Formel zur Volumenrechnung eines Zylinders bei konstanter Oberfläche  $V = \pi * r^2 * h$  gewählt. Die Variable r resultiert aus dem Einzeldurchmesser des jeweiligen Leitungssystems. Für h wurde der Trassenmeter  $h = 1$  m festgelegt.; 4 = Variablen entnommen aus: DIN 4124a; 5: Variablen entnommen aus: IGR & Dr. Pecher AG 2016b; 6: Die Anlage eines Schutzstreifens ist in der Einzelverlegung einer Lichtwellenleitertrasse nicht erforderlich (Telekom Deutschland AG 2010, Stadtwerke Heidelberg 2019); k. B. = kein Bedarf

#### 4.1.2.6 Festlegung abgeleiteter Annahmen für den Vergleich

Um die Vergleichbarkeit verschiedener Verlegekonstellationen der Leitungssysteme und der damit verbundenen Umweltwirkungen zu gewährleisten, wurden Parameter aus dem Fallbeispiel Westeifel übernommen und als Annahmen auf die Einzelverlegung der entsprechenden Leitungstypen (Wasser- (DN 300 GGG & DN 400 GGG), Biogas- (DA 160 PE), Erdgas- (DN 150 ST) und Stromleitung) übertragen. Die bezogen auf die Einzelverlegung von Lichtwellenleitern getroffenen Annahmen wurden ebenfalls in die Darstellung eingebunden.

Die abgeleiteten Annahmen betreffen folgende Eigenschaften:

- ▶ Tiefe des Oberbodenabtrags,
- ▶ Breite des erforderlichen Arbeitsstreifens,
- ▶ zur Verfügung stehende Fläche für die Lagerung des Erdaushubs,
- ▶ Kraftstoffverbrauch der in den Arbeitsschritten Trassenvorbereitung und Grabenherstellung verwendeten Baufahrzeuge und -geräte sowie
- ▶ Leistung der Grabenherstellung.

Bezogen auf diese Eigenschaften wurden für den bilanzierenden Vergleich der Umweltwirkungen aus den Antragsunterlagen der KNE folgende Werte abgeleitet:

##### Tiefe des Oberbodenabtrags

Da die Mächtigkeit des zu entfernenden Oberbodens vom Bodentyp und landschaftsräumlichen Gegebenheiten abhängig ist und von 2 cm bis 35 cm Tiefe variiert (Lange et al. 2017), wurde dem Vergleich entsprechend der Antragsunterlagen zum Verbundprojekt Westeifel für alle Untersuchungsfälle eine Oberbodenmächtigkeit von 30 cm zugrunde gelegt (IGR & Dr. Pecher AG 2016a).

### Arbeitsstreifenbreite

Da die Arbeitsstreifenbreite der zu untersuchenden Fälle aus den Antragsunterlagen (IGR & Dr. Pecher AG 2016b) teilweise geringer bemessen sind, wird davon ausgegangen, dass günstige Gegebenheiten entlang der Infrastrukturkanaltrasse eine Verschmälerung der Arbeitsstreifenbreite ermöglichen (vgl. Empfehlungen aus DVGW W 400-1 (2015)). Aus diesem Grund wurde im Hinblick auf die Vergleichbarkeit nicht der Regelwerkempfehlung gefolgt, sondern die Arbeitsstreifenbreiten für die Berechnung der ungebündelten Verlegung der Leitungssysteme hinsichtlich ihrer Ähnlichkeit an die Annahmen aus den Antragsunterlagen (IGR & Dr. Pecher AG 2016b), auf die Einzelleitungen übertragen. Beim Bau einer Lichtwellenleitertrasse in der Einzelverlegung entfällt aufgrund der Verwendung eines Pfluggeräts die Anlage eines Oberaushub-, Erdaushub- sowie Materiallagers. Auf diese Weise reduziert sich die Arbeitsstreifenbreite auf die Breite des Pfluggeräts (Distler 2019). Die standardisierte Annahme für die Einzelleitung kann im Einzelnen Tabelle 12 entnommen werden.

**Tabelle 12: Standardisierte Annahmen von Arbeitsstreifenbreiten für die Bilanzierung der Umweltwirkungen (Einheit in Metern)**

Fall	Geb. Leitungskanalbaus	Ungeb. Leitungskanalbaus						
		Wasser		Erdgas	Biogas	Internet	Strom	
		DN 400 GGG <sup>1</sup>	DN 300 GGG <sup>2</sup>	DN 150 ST <sup>3</sup>	DA160 PE <sup>4</sup>	Lichtwellenleiter <sup>5</sup>	DN 250 PVC-U <sup>6</sup>	DN 150 PVC-U <sup>7</sup>
1	15,93	k. Lkg.	10,5	k. Lkg.	k. Lkg.	2,35	10	10
2	16,74	k. Lkg.	10,5	10	k. Lkg.	2,35	10	10
3	16,84	10,5	k. Lkg.	10	10	2,35	10	10
4	15,21	10,5	k. Lkg.	k. Lkg.	k. Lkg.	2,35	k. Lkg.	k. Lkg.

Legende

**1 bis 2** = Wert wurde aufgrund der größeren Vergleichsbandbreite und der Ähnlichkeit zum Profil II.20 der Antragsunterlagen (IGR & Dr. Pecher AG 2016b) zugrunde gelegt.; **3, 4, 6 und 7** = Wert wurde aufgrund der größeren Vergleichsbandbreite und der Ähnlichkeit zum Profil II.220 der Antragsunterlagen (IGR & Dr. Pecher AG 2016b) zugrunde gelegt.; **5** Die Arbeitsstreifenbreite entspricht beim Bau eines Lichtwellenleiters mit der Mobilfräse RTX 1250 der Breite des Baugeräts mit installiertem Quadraupenfahrwerk, welches sich insbesondere für die Verlegung außerorts eignet.(vgl. Distler 2019, Vermeer o. J.), **k. Lkg.** = Kein Leitungskanalgegenstand

### Zur Verfügung stehende Lagerfläche des Erdaushubs

Da der Zuschnitt von Lagerflächen für den Erdaushub stark von den räumlichen Gegebenheiten abhängt, wurden die Flächenbedarfe für die zur Verfügung stehende Breite auf dem Arbeitsstreifen aus dem Fallbeispiel „Verbundsystem Westeifel“ übernommen. Die im Arbeitsstreifen vorgesehene Fläche beträgt in Abhängigkeit der Verlegekonstellation zwischen 2,0 und 2,5 Metern. In der Einzelverlegung einer Lichtwellenleitertrasse im Pflugverfahren entfallen Lagerflächen für Erdaushübe während des Baus, da diese direkt wieder eingepflügt werden. Die angeglichenen Werte zur Fläche für die Lagerung des Erdaushubs können Tabelle 13 entnommen werden.

**Tabelle 13: Abgeleitete Annahmen für die Fläche zur Lagerung des Erdaushubs für die Bilanzierung der Umweltwirkungen (Einheit in Quadratmetern)**

Fall	Geb. Leitungskanalbaus	Ungeb. Leitungskanalbaus						
		Wasser		Erdgas	Biogas	Internet	Strom	
		DN 400 GGG <sup>1</sup>	DN 300 GGG <sup>2</sup>	DN 150 ST <sup>3</sup>	DA160 PE <sup>4</sup>	Lichtwellenleiter <sup>5</sup>	DN 250 PVC-U <sup>6</sup>	DN 150 PVC-U <sup>7</sup>
1	3	k. Lkg.	2,5	k. Lkg.	k. Lkg.	0	2	2
2	3,5	k. Lkg.	2,5	2	k. Lkg.	0	2	2
3	3	2,5	k. Lkg.	2	2	0	2	2
4	3	2,5	k. Lkg.	k. Lkg.	k. Lkg.	0	k. Lkg.	k. Lkg.

Legende

**1 bis 2** = Wert wurde aufgrund der größeren Vergleichsbandbreite und der Ähnlichkeit zum Profil II.20 der Antragsunterlagen (KNE 2016b) zugrunde gelegt.; **3, 4, 6 und 7** = Wert wurde aufgrund der größeren Vergleichsbandbreite und der Ähnlichkeit zum Profil II.220 der Antragsunterlagen (IGR & Dr. Pecher AG 2016b) zugrunde gelegt.; **5** = Beim Bau des Lichtwellenleiters erfolgt keine Flächeninanspruchnahme durch die Lagerung des Erdaushubs, weil dieser direkt über das Gerät vergraben wird (Distler 2019). Aufgrund des geringen Volumens ist die Überschussmasse des Erdaushubs beim Vergleich kein Gegenstand der Kalkulation.; **k. Lkg.** = Kein Leitungskanalgegenstand

### Durchschnittlicher Kraftstoffverbrauch der Baufahrzeuge und -geräte für die Arbeitsschritte Trassenvorbereitung und Grabenherstellung

Die beim Bau entstehenden Emissionen sind abhängig vom Kraftstoffverbrauch der zu verwendenden Baufahrzeuge und -geräte. Diese werden bei den jeweiligen Arbeitsschritten vom Leitungstyp bestimmt (vgl. Tabelle 14).

**Tabelle 14: Leitungstypabhängige Auswahl von Baufahrzeugen und -geräten zur Ermittlung der Schadstoffemissionen über den Kraftstoffverbrauch**

Arbeitsschritt	Leitungssystem	Baugerät/Baumaschine <sup>1</sup>	Kraftstofftyp	Kraftstoffverbrauch [l/h]	Kraftstoffverbrauch [d/h]	Schadstoffemissionen [kg CO <sub>2</sub> /d]
Trassenvorbereitung <sup>2</sup>	Wasser, Strom, Erd- und Biogas	PR 716 Litronic	Diesel	9,83	78,64	248
Grabenherstellung	Wasser, Erd- und Biogas sowie Strom	A 910 Compact Litronic	Diesel	5,52	44,16	139
Absenken <sup>3</sup>	LWL	RTX 1250	Diesel	10 bis 11	80 bis 88	252 bis 278
	Wasser, Erd- und Biogas sowie Strom	RL 64 Litronic	Diesel	10	80	252

Arbeitsschritt	Leitungssystem	Baugerät/Baumaschine <sup>1</sup>	Kraftstofftyp	Kraftstoffverbrauch [l/h]	Kraftstoffverbrauch [d/h]	Schadstoffemissionen [kg CO <sub>2</sub> /d]
Grabenverfüllung <sup>4</sup>	Wasser, Erd- und Biogas sowie Strom	A 910 Compact Litronic	Diesel	5,52	44,16	139

Legende

1 = s. Informationen zu Baugeräten und -maschinen in Tabelle 44; 2 = Entfällt in der Einzelverlegung einer Lichtwellenleitertrasse im Pflugverfahren; 3 & 4 = Die Arbeitsschritte Grabenherstellung, Absenkung der Lichtwellenleiter und Grabenverfüllen werden mittels des RTX 1250 in einem Arbeitsschritt durchgeführt. (Distler 2019)

Da nicht für alle Leitungstypen das gleiche Bauverfahren angewendet wird, wurden die Kraftstoffverbräuche für die Arbeitsschritte Trassenvorbereitung und Grabenherstellung ermittelt. Die Darstellung des Kraftstoffverbrauchs zur Grabenherstellung für die Leitungstypen Wasser, Strom, Erd- und Biogas und der für den Bau erforderlichen Arbeitsschritte (Grabenherstellung, Absenken und Grabenverfüllung) wurden zu einem Arbeitsschritt „Grabenherstellung (gesamt)“ zusammengefasst, um diesen trotz eines anderen Bauverfahrens mit der Einzelverlegung der Lichtwellenleiter vergleichen zu können. Die Annahmen der Kraftstoffverbräuche werden auf Basis des CO<sub>2</sub>-Emissionsrechners vom StMUV (2016) in kg CO<sub>2</sub>/d umgerechnet. Die standardisierte Annahme zur Ermittlung der Schadstoffemissionen für die gebündelte und ungebündelte Verlegung können im Einzelnen Tabelle 15 entnommen werden.

**Tabelle 15: Abgeleitete Annahmen zur Schadstoffemissionen in Abhängigkeit des Leitungstyps und des erforderlichen Arbeitsschrittes**

Arbeitsschritt	Leitungssystem	Baugerät / Baumaschine <sup>1</sup>	Kraftstofftyp	Kraftstoffverbrauch [l/h]	Kraftstoffverbrauch [d/h]	Schadstoffemissionen [kg CO <sub>2</sub> /d]
Trassenvorbereitung <sup>2</sup>	Wasser, Strom, Erd- und Biogas	PR 716 Litronic	Diesel	9,83	78,64	248
Grabenherstellung (gesamt)	für Wasser, Strom, Erd- und Biogas (gesamt)	A 910 Compact Litronic, RL 64 Litronic und A 910 Compact Litronic	Diesel	21,04	168,32	530
	LWL	RTX 1250	Diesel	10 bis 11	80 bis 88	252 bis 278

Legende

1 = s. Informationen zu Baugeräten und -maschinen in Tabelle 44; 2 = Entfällt in der Einzelverlegung einer Lichtwellenleitertrasse im Pflugverfahren.

### Zu verrichtende Leistung während der Grabenherstellung

Standardisierte Annahmen zur Berechnung der Dauer bei der Grabenherstellung können über die Arbeitsleistung der in den jeweiligen Arbeitsschritten verwendeten Baufahrzeuge und -geräte in m/d ermittelt werden. Wie bereits bei der standardisierten Annahme zu den Schadstoffemissionen werden die Arbeitsschritte Grabenherstellung, Absenkung des Leitungssystems und Grabenverfüllung zu einem Arbeitsschritt „Grabenherstellung“ zusammengefasst. Da die Leis-

tung durch wechselnde Witterungen, bauliche Herausforderungen durch die Topografie und Bodenverhältnisse gehemmt wird, ist sie in der Regel in einer Bandbreite dargestellt. Der niedrigere Wert stellt die Leistung bei hemmenden Baubedingungen dar, während der höhere Wert die Leistung bei leichten Bedingungen aufzeigt. Zum Vergleich der Umweltwirkungen von gebündelter und ungebündelter Infrastruktur wird bei der Ermittlung der Dauer für die Grabenherstellung der Median dieser Bandbreite zugrunde gelegt. Die standardisierten Annahmen zur Arbeitsleistung in m/d können Tabelle 16 entnommen werden.

**Tabelle 16: Abgeleitete Annahmen der Leistung bei der Grabenherstellung**

Arbeitsleistung in m/d	Leitungssysteme	Bandbreite in m/d	Median in m/d
des geb. Leitungskanalbaus	Wasser, Strom, Erd- und Biogas, LWL <sup>1</sup>	60 bis 100	80
des ungeb. Leitungskanalbaus	Wasser <sup>1</sup>	80 bis 100	90
	Erd- und Biogas sowie Strom <sup>1</sup>	120 bis 150	125
	LWL <sup>2</sup>	1.600 bis 6.400	4.000

Legende

1 = s. Kapitel B.3; 2 = Distler 2019

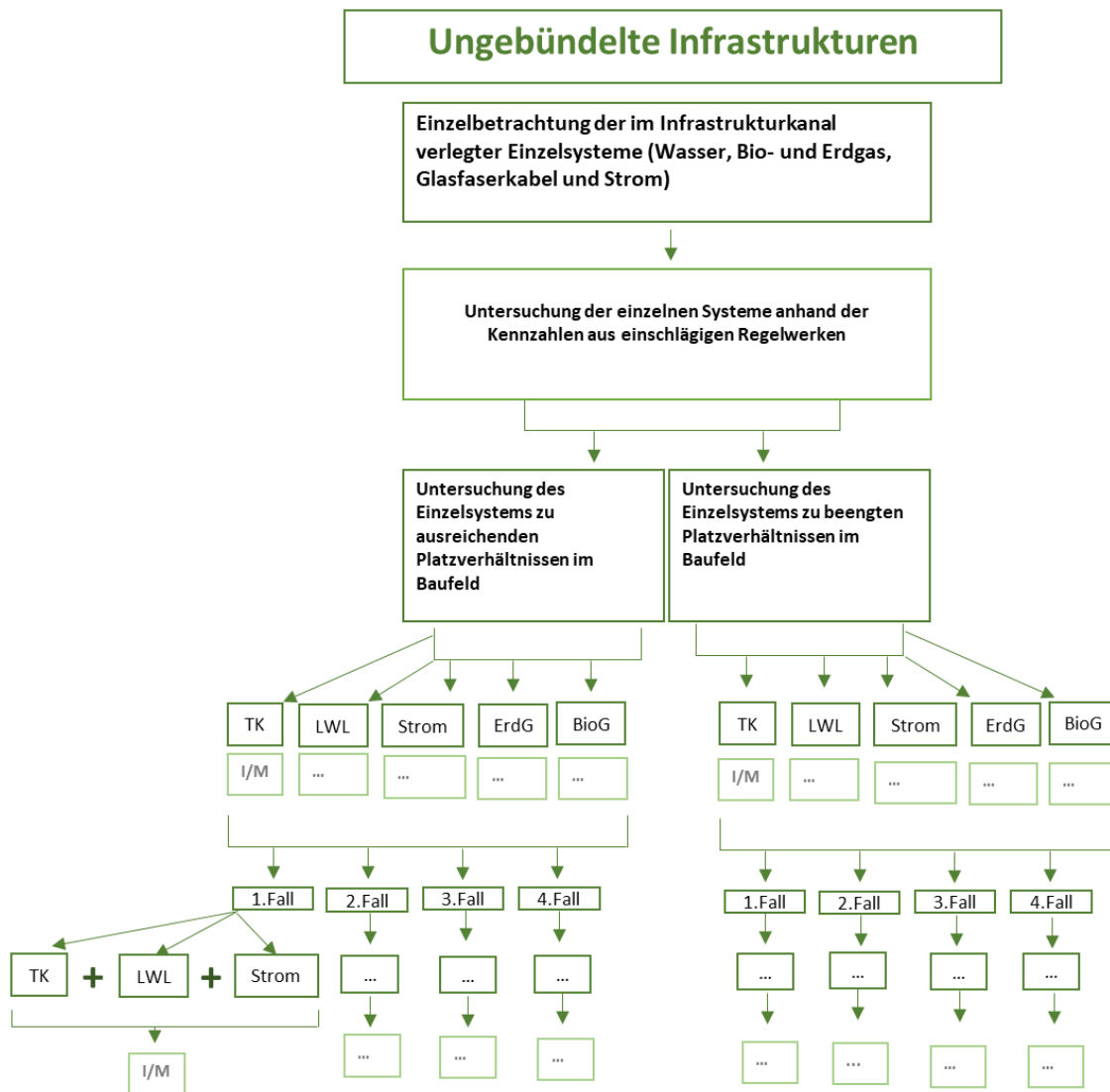
#### 4.1.3 Bewertung der raumunabhängigen Umweltwirkungen

Für den Vergleich wurden die ermittelten Werte (Indikator, Kenn- und Messwert) der analysierten Bauprofile aus dem KNE-Beispiel als Werte der gebündelten Verlegung entnommen und für die Gegenüberstellung genutzt. Zum Vergleich der Einzelleistungen wurden die Auswertungsergebnisse entsprechend der zu untersuchenden Fallkonstellationen der gebündelten Leitungssysteme addiert und nebeneinandergestellt. Das Vorgehen wurde in Abbildung 10 schematisch abgebildet.

Für die Gegenüberstellung werden die Summen der umweltauslösenden Aktivitäten aus der gebündelten Verlegung und der Einzelverlegung ins Verhältnis gesetzt. Das Ergebnis wurde als Faktor dargestellt (vgl. Schritt 4 in Abbildung 10). Wenn ein Faktor größer als eins ist, ist davon auszugehen, dass die Wirkung auf die Umwelt durch die Bündelung im integrierten Infrastrukturbau geringer ist als in der Einzelverlegung (vgl. Tabelle 17).



Abbildung 10: Ermittlung der Einzelleistung für die Gegenüberstellung (eigene Darstellung)



**Legende:**

TK: Trinkwasserleitung; LWL: Lichtwellenleiter; Strom: Stromleitung; BioG: Biogasleitung; ErdG: Erdgasleitung; I/ M: Indikator/Messwert

Tabelle 17: Einschätzung der Bündelungsoption durch den integrierten Infrastrukturbau im offenen Grabenbau

Einschätzungsklasse	Beschreibung der Grundlage zur Einschätzung	Bewertung der Bündelungsoption durch den integrierten Infrastrukturbau im Graben
↓	Faktor ist größer als 1	Die Wirkung auf die Umwelt wird durch die Bündelung verringert.
k. U.	Faktor ist 1	Keine Verbesserung der Wirkung auf die Umwelt durch die Bündelung feststellbar.
↑	Faktor ist kleiner als 1	Die Wirkung auf die Umwelt wird durch die Bündelung vergrößert.

#### 4.1.4 Ermittlung der raumabhängigen Auswirkungen auf die betroffene Umwelt

Der Vergleich der vorhabenabhängigen Umweltwirkungen von gebündelten und einzeln verlegten unterirdischen Leitungssystemen wurde zuvor raumunabhängig durchgeführt. Die zu erwartenden Umweltauswirkungen können jedoch erst unter Berücksichtigung der konkret vom Vorhaben betroffenen Raum- und Umwelteigenschaften bestimmt werden. Um die Übertragbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten, werden in INTEGRIS keine konkreten Fälle analysiert, sondern typisierte Raumeigenschaften unterschieden, die potenziell von den Wirkungen der Infrastrukturverlegung betroffen sein könnten. Vor dem Hintergrund der vorhabenabhängigen umweltrelevanten Wirkungen können so Konstellationen von räumlichen Umweltausprägungen bestimmt werden, die gegenüber den Wirkungen der Verlegung unterirdischer Infrastruktur besonders empfindlich sind, so dass die durch Bündelung zu erreichende Minderung der Umweltauswirkungen besonders konfliktmindernd wirkt. Auf diese Weise werden raumbezogene Ausprägungen der Umwelteigenschaften bestimmt, bei deren Vorliegen eine gebündelte Verlegung unterirdischer Leitungssysteme besonders zu empfehlen ist.

Gekennzeichnet werden diese raumbezogenen Umwelteigenschaften durch Flächenkategorien, die als Geodaten zur Verfügung stehen. Für deren Bewertung wird auf die „Einschätzung der Konfliktrisiken von Flächenkategorien gegenüber Erdkabeln“ aus der Bedarfsermittlung 2019-2030 zurückgegriffen (vgl. BNetzA 2019). In der Untersuchung wurden für die sachgerechte Bewertung in der SUP Flächenkategorien ermittelt, die raumbezogene Umwelteigenschaften abbilden, die gegenüber den vorhabenabhängigen Umweltwirkungen von Erdkabeln (offene Bauweise) empfindlich sind, so dass Konflikte ausgelöst werden, wenn sie betroffen sind. Aufgrund der vergleichbaren Wirkfaktoren können die Bewertungen gut im Hinblick auf unterirdische linienhafte Leitungssysteme übertragen werden. Damit erfüllen die in der Untersuchung ermittelten Flächenkategorien die Funktion eines Indikators für Räume, in denen eine Bündelung unterirdischer Infrastruktursysteme aufgrund der möglichen Konfliktminderung besonders zu empfehlen ist (vgl. Tabelle 19).

#### 4.1.5 Ermittlung bestehender Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen im offenen Grabenbau

In Vorbereitung auf die Ableitung von Handlungsempfehlungen für den integrierten gebündelten Infrastrukturbau galt es über die bloße Bündelung hinaus weitere, grundsätzlich mögliche Maßnahmen zur Vermeidung- und Minderung von Umweltauswirkungen (Response) zu ermitteln, die bereits jetzt in der Praxis des KNE-Beispiels oder in der Einzelverlegung Anwendung gefunden haben.

## 4.2 Ergebnisse

### 4.2.1 Wirkungsbezogene Vergleichsergebnisse

Im Rahmen der Analyse wurden vier Umweltwirkungen festgestellt, für die ein Vergleich einer gebündelten mit einer ungebündelten Verlegung von Infrastrukturleitung durchgeführt werden konnte. Das Vergleichsergebnis konnte anschließend als Faktor ausgedrückt werden.

Die Bauphase betreffend sind das die Umweltwirkungen

- Flächeninanspruchnahme durch die Trassenvorbereitung bei der Anlage des Arbeitsstreifens und der Lagerung des Oberbodens und des Erdaushubs,

- ▶ Bodenverdichtung, Bodenauf- und -abtrag (einschließlich Aushub, Umlagerung, Austausch, Bodendeponien) sowie
- ▶ Emissionen von Stäuben und Gasen bei der Trassenvorbereitung und der Grabenherstellung.

Bezogen auf die anlagenbedingte Umweltwirkung betrifft das

- ▶ Nutzungsbeschränkungen in holzfrei zu haltenden Leitungstreifen durch die Anlage des Schutzstreifens.

Betriebsbedingte Umweltwirkungen, die für den Vergleich relevant sein könnten, wurden nach dem zugrunde gelegten Analyseraster nicht identifiziert. Alle Wirkfaktoren, die während des Betriebs auftreten können, äußern sich in Form geringer Emission von Gasen und Lärm, temporärer Flächeninanspruchnahme oder treten in Verbindung mit Kontrollmaßnahmen und in Havariiefällen auf (Fröhlich & Sporbeck et al. 2002).

Aus den in den Falluntersuchungen für die einzelnen Vergleichsfaktoren ermittelten Werte wird deutlich, dass die Mehrheit eintretender Umweltwirkungen durch eine gebündelte Verlegung im Vergleich zu Einzelverlegung gemindert werden können. Das trifft vor allem auf die Bauphase zu und betrifft dort die Flächeninanspruchnahme durch die Lagerung des Oberbodens sowie den Bodenauf- und -abtrag durch die Grabenherstellung mittels Planierdrape/Spezialbagger. Darüber hinaus tritt eine geminderte Störung des Bodengefüges bei der Grabenverfüllung auf. Auch bezogen auf die anlagebedingten Wirkungen konnten bei allen Falluntersuchungen durch eine gebündelte Verlegung positive Effekte auf die Umwelt nachgewiesen werden.

Bezogen auf den während der Bauphase auftretenden Bodenverlust durch das nicht zum Wiedereinbau verwendbaren Erdaushubmaterials konnten bei der Untersuchung in keinem der betrachteten Fälle Unterschiede festgestellt werden. Im Zusammenhang mit der vierten Fallkonstellation (TK&LWL) wurde darüber hinaus festgestellt, dass auch, bezogen auf die Emissionen während der Trassenvorbereitung sowie der Grabenherstellung, die Bündelung im Vergleich zur Einzelverlegung keine geringeren Effekte zeigt.

Die Größe des Faktors, mit dem die Umweltwirkungen durch Bündelung reduziert werden können, steigt mit der Anzahl verlegter Leitungssysteme und Leitungen. Gleiches gilt für die Dauer der Emission von Stäuben und der Flächeninanspruchnahme für den Schutzstreifen. Die Größe des Faktors verändert sich in zwei Fällen. Eine Erklärung für dieses Ergebnis bieten die Vorgaben zur Kalkulation von Infrastrukturvorhaben für die Einzel- und Mehrfachverlegung in den Regelwerken des Tiefbaus. Aus der DIN 4124 geht hervor, dass der äußere, horizontale Leitungs- bzw. Rohrschaft-Durchmesser (OD) nicht nur die erforderliche Mindestbreite, sondern auch das Erfordernis eines Arbeitsraumes im Graben bestimmt und somit auch die Grabenart und seine Tiefe vorgibt (vgl. DIN 4124b). Der OD bestimmt darüber hinaus die Breite des Grabens, des Arbeitsstreifens und des Schutzstreifens und gibt somit gewissermaßen die Größe und Leistung der Baufahrzeuge und -geräte vor.

In Tabelle 17 werden die Ergebnisse der Einschätzung über die Bündelungseffekte getrennt nach Bau und Anlage dargestellt, während die daraus resultierenden Umweltwirkungen dezentriert nach Ursache, Wirkung potenziell betroffener Schutzgüter sowie der zugrunde gelegten Vergleichseinheit gezeigt werden. Zur besseren Orientierung wurden die Ergebnisse farblich unterschieden. Grün wurden alle Ergebnisse hervorgehoben, für die durch die Bündelung eine Minderung der Umweltwirkungen erreicht werden kann. Pink sind diejenigen Wirkungen dargestellt, für die die Einzelverlegung umweltschonender ist.



**Tabelle 18: Vergleichstabelle ermittelter Faktoren zur Darstellung der Umweltwirkungen aus der Gegenüberstellung der Bündelung und der Einzelverlegung während des Baus und der Anlage gebündelter und ungebündelter unterirdischer Infrastrukturen**

ID	Umweltwirkung	Ursache	Wirkung	Pot. Betr. Schutzgut	Vergleichseinheit <sup>1</sup>	1. Fall (II.10)		2. Fall (I.40)		3. Fall (I.60)		4. Fall (III.90)	
						Faktor	Effekt	Faktor	Effekt	Faktor	Effekt	Faktor	Effekt
1	Flächeninanspruchnahme	Trassenvorbereitung	Flächeninanspruchnahme durch die Anlage des Arbeitsstreifens für die Verlegung des unterirdischen Leitungssystems während der Grabenherstellung	Boden, Fläche Tiere, Pflanzen, Biologische Vielfalt	Breite des erforderlichen Arbeitsstreifens bei ausreichenden Platzverhältnissen in m	2,1	↓	2,6	↓	3,2	↓	0,84	↑
					Breite des erforderlichen Arbeitsstreifens bei beengten Platzverhältnissen in m	2,3	↓	2,7	↓	3,3	↓	0,95	↑
			Flächeninanspruchnahme durch die Lagerung des Oberbodens	Boden, Fläche Tiere, Pflanzen, Biologische Vielfalt	Zur Verfügung stehende Fläche für die Lagerung des Oberbodens in m <sup>2</sup> pro Trassenmeter bei ausreichenden Platzverhältnissen	3	↓	3,75	↓	4,5	↓	1,71	↓
					Zur Verfügung stehende Fläche für die Lagerung des Erdaushubs in m <sup>2</sup> pro Trassenmeter bei ausreichenden Platzverhältnissen	2,2	↓	2,4	↓	3	↓	0,8	↑
2	Bodenverdichtung, Bodenauf-	Trassenvorbereitung	Bodenauf- und -abtrag durch die Grabenherstellung mittels Planier-	Boden, Fläche	Oberbodenvolumens pro Trassenmeter in m <sup>3</sup>	11,33	↓	12,87	↓	11,33	↓	1,55	↓

ID	Umweltwirkung	Ursache	Wirkung	Pot. Betr. Schutzgut	Vergleichseinheit <sup>1</sup>	1. Fall (II.10)		2. Fall (I.40)		3. Fall (I.60)		4. Fall (III.90)	
						Faktor	Effekt	Faktor	Effekt	Faktor	Effekt	Faktor	Effekt
3	und -abtrag (einschl.) Aus- hub, Umla- gerung, Aus- tausch), Bo- dende- ponien)	Graben- verfüllung	raupe/Spezialbagger (Volumen)	Tiere, Pflanzen, Biologische Vielfalt	Erdaushubvolumen unterhalb des teilge- böschten Bereichs pro Trassenmeter in m <sup>3</sup>	1,75	↓	1,7	↓	2,0	↓	1,05	↓
			Störung des Bodengefü- ges/ der Bodenfunktion unter- halb des teilgeböschten Bereiches durch Wieder- einbau des entnom- menen Erdaushub- materials	Boden, Flä- che  Tiere, Pflanzen, Biologische Vielfalt	Einbettungsvolu- mens vom Erdaus- hubmaterial in m <sup>3</sup> pro Trassenmeter	1,84	↓	1,80	↓	2,1	↓	1,05	↓
			Bodenverlust des nicht zum Wiedereinbau ver- wendbaren Erd- aushubmaterials (Über- schussmasse)	Boden, Flä- che  Tiere, Pflanzen, Biologische Vielfalt	Überschussmasse in m <sup>3</sup> pro Trassenmeter	1	k. U.	1	k. U.	1	k. U.	1	k. U.
		Trassen- vorbe- reitung	Emission durch die Nut- zung von Planier- raupe / Spezialbagger bei Anlage des Arbeitsstreifens	Klima, Luft	Schadstoffemission von Kohlenstoff- dioxid CO <sub>2</sub> durch die Nutzung einer Pla- nierraupe bei der An- lage des Arbeits- streifens in kg CO <sub>2</sub>	3	↓	4	↓	5	↓	1	k. U.
Emission durch die Nut- zung von Planier-	Klima, Luft		Dauer der Graben- herstellung in d	2,2	↓	2,8	↓	3,5	↓	0,9	↑		

ID	Umweltwirkung	Ursache	Wirkung	Pot. Betr. Schutzgut	Vergleichseinheit <sup>1</sup>	1. Fall (II.10)		2. Fall (I.40)		3. Fall (I.60)		4. Fall (III.90)	
						Faktor	Effekt	Faktor	Effekt	Faktor	Effekt	Faktor	Effekt
4	Nutzungsbeschränkungen in holzfrei zu haltenden Leitungstreifen	Grabenherstellung	raupe/Spezialbagger, Seitenbaum-Traktoren und Backfiller zur Grabenherstellung <sup>9</sup>	Klima, Luft	Schadstoffemission von Kohlenstoffdioxid CO <sub>2</sub> bei der Grabenherstellung in kg CO <sub>2</sub>	2,3	↓	3	↓	3,7	↓	1	k. U.
		Schutzstreifen	Flächeninanspruchnahme durch Anlage eines Schutzstreifens in Folge der Nutzungsbeschränkungen eines holzfrei zu haltenden Leitungstreifens	Boden, Fläche Tiere, Pflanzen, Biologische Vielfalt Klima, Luft Landschaft	Breite des dauerhaft von der Nutzung freizuhaltenen Streifens in m <sup>2</sup> pro Trassenkilometer	3,8	↓	4,8	↓	5,8	↓	1,8	↓

Legende

1 = Ausführliche Vergleichsergebnisse der Hauptumweltwirkungen in Tabelle 45; **Geb.** gebündelt verlegte Infrastrukturleitungen; **ungeb.** ungebündelt verlegte Infrastrukturleitungen; **k. O.** Kein Oberbodenlager vorgesehen; **k. E.** Kein Erdaushublager vorgesehen; **k. B.** Keine Böschung; **k. U.** kein Unterschied; : Bündelung reduziert die Wirkung auf die Umwelt; : Bündelung reduziert die Wirkung auf die Umwelt nicht (Einzelverlegung ist umweltschonender.); Text: Kalkulationsformel

<sup>9</sup> Grabenherstellung umfasst die Grabenöffnung mit der Planierraupe/dem Spezialbagger, das Absenken der Leitungssysteme mit dem Seitenbaum-Traktor und die Grabenschließung mit dem Backfiller. (Vgl. Tabelle 14 und Tabelle 15).

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die mit der Bauphase verbundenen temporären Umweltwirkungen in der großen Mehrzahl und die, bezogen auf die Anlage ermittelten dauerhaften Wirkungen, durch eine Bündelung gemindert werden können.

Das Ausmaß, mit dem Umweltwirkungen durch Bündelung reduziert werden können, ist abhängig von der Anzahl und der Dimension der verbauten Leitung. Im Westeifelprojekt wurden in den drei verschiedenen Bauabschnitten bis zu fünf verschiedene Leitungssystemtypen geplant. Für die Vergleichsuntersuchung wurden aus dem Westeifelprojekt vier Teilabschnitte mit jeweils einer unterschiedlichen Anzahl von Leitungssystemen herausgegriffen. Dabei zeigen die Ergebnisse für den integrierten Bau von zwei Leitungen, der integrierte Bau eines Lichtwellenleiters zum Breitbandausbau und als Steuerkabel in Verbindung mit einer Trinkwasserleitung, im Vergleich zu den Trassenabschnitten, in denen fünf bzw. drei Leitungssysteme verbaut wurden, die positiven Bündelungseffekte weniger deutlich ausgeprägt sind.

Darüber hinaus zeigen die Vergleichsergebnisse der vierten Fallkonstellation mit zwei verschiedenen verbauten Leitungssystemen (Trinkwasserleitung und Lichtwellenleiter), dass die Einzelverlegung der beiden Leitungssysteme geringere Umweltwirkungen mit sich bringen würde, weil im Falle der Einzelverlegung des Lichtwellenleiters statt des konventionellen Tiefbaus das mit deutlich geringeren Umweltwirkungen verbundene Pflugverfahren verwendet werden kann.

#### 4.2.2 Identifikation von Räumen mit besonderer Wertigkeit und besonderer Empfindlichkeit gegenüber Wirkungen

In der Analyse wurden Raumeigenschaften, die gegenüber den betreffenden Umweltwirkungen eine besonders hohe Empfindlichkeit aufweisen, ermittelt. Zur Abbildung dieser Eigenschaften wurden aus der Grundgesamtheit von 35 verschiedener Nutzungs- und Funktionstypen 21 als Indikatoren für Raumeigenschaften identifiziert, bei deren Vorliegen eine Bündelung unterirdischer Infrastrukturen aus Umweltsicht besonders zu empfehlen ist, weil das Potenzial zur Vermeidung und Minderung von Konflikten durch eine gebündelte Verlegung unterirdischer Infrastrukturen besonders groß ist. Tabelle 19 zeigt die Auswahl der betreffenden Flächenkategorien und bietet eine Erläuterung über die Funktion der Fläche, die eine Empfindlichkeit gegenüber unterirdisch verlegten Infrastrukturleitungen besitzen. Die Flächenkategorien sind alphabetisch sortiert.

**Tabelle 19: Liste bedeutsamer und empfindlicher Indikatorflächen- und Raumeigenschaften (Eigene Tabelle auf Grundlage von BNetzA 2019)**

ID	Indikatorfläche/Raumeigenschaft des Indikators	Rechtliche Festsetzung der Indikatorfläche	Erläuterung
01	Biosphärenreservat Zone I	Nach § 25 BNatSchG	Schutzgebiete u. a. zur Erhaltung historisch gewachsener Arten- u. Biotopvielfalt, einschl. Wild- und früherer Kulturformen
02	Biosphärenreservat Zone II	Nach § 25 BNatSchG	Schutzgebiete u. a. zur Erhaltung historisch gewachsener Arten- u. Biotopvielfalt, einschl. Wild- und früherer Kulturformen
03	Erosionsempfindliche Böden*	K. F.	Erhalt besonders gefährdeter Bodenfunktionen
04	Feuchte verdichtungsempfindliche Böden*	K. F.	Sicherung des Bodens als natürliche Ressource, Vermeidung von Bodenverdichtung

ID	Indikatorfläche/Raumeigen-schaft des Indikators	Rechtliche Festsetzung der Indika-torfläche	Erläuterung
05	FFH-Gebiet	Nach FFH-Richtlinie	Schutzgebiet zur Erhaltung na-türlicher Lebensräume und wild-lebender Tiere und Pflanzen
06	Fließgewässer	Nach Landeswasserrecht - alle Ord-nungen (I, II und III)	Betrachtung von Fließgewässern mit einer Breite von $\geq 12$ m
07	Flussauen	K. F.	Bereich rezenter Auen (vgl. BfN-Datensatz Flussauen)
08	Important Bird Area (IBA)	Gemäß den Vorschlagslisten von BirdLife International für künftige Schutzgebietsausweisungen	S. Tabellenspalte „(Rechtliche Festsetzung der Indikatorfläche“
09	Lebensraumnetze für Feucht-lebensräume	Nach §§ 20 f. BNatSchG	Netzwerk von Funktionsräumen der offenlandgeprägten Feucht-lebensraumkomplexe
10	Moore und Sümpfe	Gemäß der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung, dem Klima-schutzplan 2050 und nach § 30 BNatSchG	Zum Schutz von Landökosyste-men, Moorböden sowie gesetz-lich geschützten Biotopen
11	Nationales Naturmonument	Nach § 24 BNatSchG	Herausragende Bedeutung aus naturgeschichtlichen und kultur-historischen Gründen oder we-gen ihrer Seltenheit, Eigenart u. Schönheit
12	Nationalpark	Nach § 24 BNatSchG	Schutz der ungestörten Abläufe der Naturvorgänge
13	Naturschutzgebiet	Nach § 23 BNatSchG	Besonderer Schutz von Natur und Landschaft mit Verbot aller Handlungen, die zur Zerstörung, Beschädigung oder Veränderung führen können
14	RAMSAR-Gebiet	Schutz der Avifauna (Feuchtgebiete) nach Ramsar-Konvention; schutz-gutbezogene Umweltziele: Überein-kommen über den Schutz von Feuchtgebieten	Insbesondere als Lebensraum für Wasser- und Watvögel, von in-ternationaler Bedeutung (Ramsar-Konvention) zum Schutz der Avifauna
15	Siedlungen	K. F.	Die gesamte Ortslage sowie au-ßerhalb der Ortslage liegende Wohnbauflächen, Flächen für Bil-dung und Forschung und Flächen für Soziales und Gesundheit, Flä-chen für Verwaltung, für Kultur und für Sicherheit und Ordnung, sonstige Flächen funktionaler Prägung.
16	Sonstige Siedlungen	K. F.	Außerhalb der Ortslage liegende Industrie- und Gewerbeflächen, Flächen gemischter Nutzung so-wie Wochenend- und Ferien-hausbebauung
17	Stillgewässer	K. F.	Stehende Gewässer einschließ-lich Uferbereiche $\geq 10$ ha
18	UNESCO-Welterbestätte mit Zu-satz „Kulturlandschaft“	Welterbekonvention der UNESCO (1972)	Beinhaltet die UNESCO-Welterbestätten Gartenreich



ID	Indikatorfläche/Raumeigen-schaft des Indikators	Rechtliche Festsetzung der Indika-torfläche	Erläuterung
			Dessau-Wörlitz, Oberes Mittel-rheintal, Muskauer Park sowie Bergpark Wilhelmshöhe
19	UNESCO-Weltkulturerbestätte (Alte Buchenwälder De, Grube Messel, Wattenmeer)	Welterbekonvention der UNESCO (1972)	Übereinkommen zum Schutz des Kultur- und Naturerbes der Welt
20	Vogelschutzgebiet	Nach Anhang I VSchRL	Schutz wildlebender Vogelarten und ihrer Lebensräume: Brut, Nahrungs-, Rast- oder Zugge-biete von seltenen bzw. bedroh-ten Arten
21	Wasserschutzgebiete I und II	Nach §§ 50-52 WHG	Quantitative und qualitative Auf-rechterhaltung der Wasserver-sorgung

Legende

K. F. = keine Festsetzung; \* = Indikatorflächen mit einem „\*“ bilden Raumeigenschaften des Indikators ab.

#### 4.2.3 Identifikation bestehender Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen im offenen Grabenbau

Über die Bündelung hinaus bestehen im Zusammenhang mit der Verlegung unterirdischer Infrastrukturen noch weitere Möglichkeiten zur Vermeidung bzw. Minderung von Umweltauswirkungen und den daraus resultierenden Konflikten. Hierzu wurden das KNE-Fallbeispiel sowie weitere vergleichbare Leitungsvorhaben in der Einzelverlegung untersucht.

Die Suche nach Praxisbeispielen für die Leitungssysteme aus der Einzelverlegung (Trinkwasser, Strom, Gas und Lichtwellenleiter) erwies sich teilweise als schwierig. Dagegen konnten im Hinblick auf die Realisierung von Lichtwellenleitern zahlreiche Ideen zur Vermeidung oder Minderung von Umweltauswirkungen aus der innerstädtischen Infrastrukturplanung abgeleitet werden. So bieten beispielsweise die Ansätze zum Breitbandausbau Ansatzpunkte zur Mitverlegung im gleichen Graben. Demnach ist die Mitverlegung von Glasfaserleitungen in der Regeltiefe der Telekommunikationslinie insbesondere bei der Grundsanierung eines Baukörpers zu berücksichtigen (BMVI 2019). Hierzu zählt sowohl die klassische Mitverlegung eines Glasfaserkabels in liniengebundenen Infrastrukturen wie der Straße (ATB-BeStra 2008, RStO 2012) und entlang der Schiene als auch die Mitverlegung im weiteren Bereich des Tiefbaus (Breitband.NRW 2017). Darunter sind Lösungen in Abwasser-, Gas- und Frischwasserleitungen sowie in Form der Entkernung vorhandener Kupferleitung mit Glasfaser vorzufinden (Breitband.NRW 2017, bmvit 2018, TMWWDG 2018).

Für die Untersuchung der Leitungssysteme Strom und Gas wurden die zum Planfeststellungsverfahren folgenden Beispiele hinzugezogen:

Strom:

- ▶ Suedlink, Vorhaben Nr. 3 Abschnitt A (von Brunsbüttel bis Scheeßel), Höchstspannungsleitung Brunsbüttel – Großgartach BBPIG, Unterlagen nach § 8 NABEG.
- ▶ SuedOstLink, Vorhaben Nr. 5, „Höchstspannungsleitung Wolmirstedt – Isar; Gleichstrom“, BBPIG, Unterlagen nach § 8 NABEG.
- ▶ Emden\_Ost – Conneforde, Vorhaben: 380-kV-Leitung Emden\_Ost – Conneforde.

und für Erdgas:

- ▶ Erdgasfernleitung Zeelink – Antragsunterlagen für das Planfeststellungsverfahren – Bundesland Nordrhein-Westfalen, Regierungsbezirk Düsseldorf (Abschnitt Station Hochneukirch-Station St. Hubert – Station Dämmerwald).

Bei der Analyse dieser Beispiele wurde deutlich, dass besonders dann Maßnahmen zur Vermeidung bzw. Minderung von Umweltauswirkungen ergriffen werden, wenn die Querung bedeutsamer und empfindlicher Räume erforderlich ist. Daraus abgeleitet wurden für fünf der 21 ermittelten Flächenkategorien Maßnahmen zur Querung herausgearbeitet. Diese fünf Indikatorflächen sind FFH-, Naturschutz- und Vogelschutzgebieten, Siedlungen sowie WSG Zone I & II. Aus den Beispielen wurden zudem drei weitere Flächen herausgearbeitet, die besonders empfindlich gegenüber einer Querung sind. Das betrifft Wälder, Gewässer und Kulturlandschaften mit sehr hoher Bedeutung für das kulturelle Erbe und sonstige Sachgüter.

Eine Querung kann für FFH-, Naturschutz- und Vogelschutzgebiete sowie die drei ökologisch sensiblen Bereiche Wälder, Gewässer und Kulturlandschaften mit Hilfe von angepassten Querungsmaßnahmen (beengte Platzverhältnisse im Baufeld) durchgeführt werden, wenn eine Umgehung nicht möglich sein sollte. Eine Querung für Siedlungen, WSG Zone I & II wird ausgeschlossen.

Außerdem wurde bei der Untersuchung deutlich, dass regionalspezifische Raumgegebenheiten nicht immer den ermittelten Indikatoren zugeordnet werden konnten, da eine Einordnung aufgrund verschiedener Leitfäden, Empfehlungen und Artenlisten über mehrere Regionen den Indikatoren nicht eindeutig war (Tabelle 20).

In der nachfolgenden Tabelle 20 werden die abgeleiteten Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen für die offene Bauweise zusammengefasst dargestellt. Die Ableitungen gliedern sich in Bauweise, Indikator und weitere ökologisch sensible Bereiche.

**Tabelle 20: Zusammenstellung von Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen für den (integrierten) Grabenbau**

Ableitung spezifischer Maßnahmen für den integrierten Grabenbau		
Indikator und weitere ökologisch sensible Bereiche	Gebündelte Infrastrukturleitungen	Ungebündelte Infrastrukturleitungen
FFH-Gebiet; Naturschutzgebiet; Vogelschutzgebiet Siedlungen	Wenn eine Umgehung eines FFH- bzw. eines Naturschutzgebietes nicht möglich ist, dann ist die Querung im Rahmen der Bauphase in beengten Platzverhältnissen durchzuführen. <sup>1</sup> K. A.	Wenn eine Umgehung eines FFH-, eines Naturschutz- und Vogelschutzgebietes unvermeidbar ist, dann kann die Querung im Rahmen der Bauphase in beengten Platzverhältnissen durchgeführt werden. <sup>2-4</sup> Siedlungen und sonstige Siedlungsgebiete sind grundsätzlich weiträumig zu umgehen. <sup>3-5</sup> Der Bau der Anlage kann aufgrund der weiträumigen Entfernung in der offenen Bauweise durchgeführt werden.
Wasserschutzgebiete I und II Wälder und Gewässer	S. ökologisch sensible Bereiche  Bei Eingriffen in ökologisch sensiblen Bereichen wird folgendermaßen vorgegangen: - Trassenverlegung in Waldbeständen ausschließlich in bereits vorhandenen Wegen/Schneisen bzw. daran direkt angrenzenden Rändern von Waldparzellen - Reduzierung Schutzstreifen und Baufeld bei ökologisch sensiblen Bereichen - Kleinräumige Auswahl naturferner, gehölzfreier Gewässerabschnitte für offene Querungen durchzuführen. <sup>1</sup>	Bei einer Querung von WSG Zone I und II besteht stets das Restrisiko durch Havarien. <sup>4</sup> Um potenzielle Veränderung von Deckschichten in Wasserschutzgebieten zu vermeiden, werden diese weiträumig umgangen. <sup>7</sup>  Bei Eingriffen in ökologisch sensiblen Bereichen (z. B. in Wäldern und Fließgewässern) wird empfohlen, eine Umgehung zu prüfen und die Bauphase grundsätzlich in beengten Platzverhältnissen durchzuführen. <sup>5,6</sup> Im Falle von Stillgewässern bietet sich eine Umgehung an; bei Wäldern können vorhandene Schneisen genutzt werden. <sup>3,5-7</sup>  Besteht die potenzielle Veränderung von Deckschichten in Gebiete mit geringem/sehr geringem Geschützteitsgrad des Grundwassers/Gebiete, Gebieten mit geringem Flurabstand < 2 m und raumordnerische Festlegung zur Wasserwirtschaft, wird empfohlen, diese weiträumig zu umgehen. <sup>4</sup>
Kulturlandschaften mit sehr hoher Bedeutung für das kulturelle Erbe und sonstige Sachgüter	S. ökologisch sensible Bereiche	Bestehen die potenzielle Beeinträchtigung und der potenzielle Verlust von Bestandteilen des Kulturellen Erbes, werden diese weiträumig umgangen. <sup>7</sup>

Quellen: 1 igr AG & ILS Essen GmbH 2016; 2 Fröhlich & Sporbeck et al. 2019a; 3 Fröhlich & Sporbeck et al. 2019b, 4 ARGE SOL 2019a-f; 5 Avermann et al. 2016; 6 Albrecht et al. 2017a&b; 7 Schlusemann et al. 2017)

Ein weiterer Ansatz zur Vermeidung von Umweltauswirkungen besteht in der Querung besonders empfindlicher Standorte durch eine geschlossene Bauweise, die für einige Leitungssysteme bis zur einer Querungslänge von 1.000 Metern möglich ist.

Im Zusammenhang mit der gebündelten Verlegung im KNE-Projekt wurde eine geschlossene Querung z. B. dann in Erwägung gezogen, wenn die Kreuzung von Verkehrseinrichtungen (Straßen und Bahnlinien) oder anderen Leitungen (Gas- und Fremdleitungen) sowie Querungen von riegelbildenden Schutzgebieten wie Natura-2000-Gebieten und Naturschutzgebiete oder anderer schützenswerter Bereiche (darunter Felsgestein, Gewässer, Überschwemmungsgebiete und Steilhänge) zu bewältigen war. In der Einzelverlegung erfolgte die Prüfung der geschlossenen Bauweise beispielsweise dann, wenn Nationalparks, Naturschutzgebieten von Biosphärenreservaten (Zone I) und Gewerbegebiete zu queren waren. Darüber hinaus wurde die geschlossene Bauweise geprüft, wenn Gewässer und Wälder zu queren waren, die im Rahmen der Analyse vorher als ökologisch sensible Bereiche identifiziert wurden.

Für die geschlossene Querung wurden verschiedene Ausführungsvarianten aufgeführt. Praxisrelevant sind insbesondere das „Horizontal Directional Drilling (HDD)-Verfahren“ bzw. Horizontalbohrverfahren sowie das Mikrotunnelbauverfahren. Eine Ausführliche Darstellung der Zusammenstellung ermittelter Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen ist im Anhang 6 vorzufinden (vgl. Kapitel F).

#### **4.2.4 Zwischenfazit**

Der Vergleich der Umweltwirkungen von gebündelter Infrastruktur im integrierten Grabenbau mit Einzelverlegung hat gezeigt, dass ein großer Teil der Wirkungen bei integrierter Verlegung deutlich geringer ist (Faktor 2-3) als bei vergleichbarer Einzelverlegung der gleichen Medien.

Nur die Umweltwirkung der Einzelverlegung des Lichtwellenleiters können in Fällen, in denen das Pflugverfahren an Stelle der Verlegung im konventionellen Tiefbau angewendet wird, so reduziert werden, dass es geringfügig umweltschonender ist als der Bau eines integrierten Leitungsgrabens. Das gilt für die integrierte Verlegung des Lichtwellenleiters mit nur einem weiteren Leitungssystem. Steigt die Anzahl verlegter Leitungssysteme auf insgesamt drei, erhöht sich der Faktor, wie im oberen Absatz dargestellt, wieder und die zuvor für die Einzelverlegung kalkulierten Vorteile heben sich auf.

In Räumen, die gegenüber den betreffenden Umweltwirkungen eine besonders hohe Empfindlichkeit aufweisen, können die Umweltauswirkungen durch integrierte Verlegung in besonderem Maße gemindert werden, so dass hier eine besondere Dringlichkeit besteht.

Recherchen zum Stand der Praxis haben gezeigt, dass im regionalen Maßstab bisher nur in seltenen Fällen mehrere linienhafte Infrastrukturen gleichzeitig im integrierten Grabenbau verlegt werden. Die im innerstädtischen Bereich praktizierten technischen Möglichkeiten für die integrierte Verlegung verschiedener Leitungssysteme bieten jedoch sehr viel Potenzial, um sie im regionalen Maßstab nutzbar zu machen.

Über die integrierte Verlegung hinaus können die Umweltauswirkungen neuer Infrastruktursysteme auch durch geschlossene Bauweise und flächensparendes Bauen weiter reduziert werden.

## 5 Rechtliche Untersuchung Status quo

### 5.1 Erkenntnisinteresse, Fragestellung und Untersuchungsgegenstand der rechtlichen Teiluntersuchung

Die juristische Untersuchung ist zunächst auf die Erfassung des geltenden Rechtsrahmens für gebündelte leitungsgebundene Infrastrukturen<sup>10</sup> gerichtet. Die Betrachtungen sind dabei aber nicht auf die Frage begrenzt, ob, wie und in welchen Fällen solcherlei Infrastrukturen gebündelt werden sollen. Vielmehr bei der Betrachtung einzelner Regelungen ist auch zu bewerten, welche Regelungen die Bündelung von Infrastrukturen in adäquaten Fällen fördern oder gar erzwingen oder ihr aber entgegenstehen oder sie zumindest erschweren. Der für diese Bewertung notwendige Maßstab basiert dabei insbesondere auch auf in Expertengesprächen abgesicherten Annahmen über die Wirkungszusammenhänge zwischen rechtlichen Vorgaben einerseits und dem Verhalten der für Bündelungsvorhaben relevanten Akteure andererseits.<sup>11</sup>

Auch der rechtlichen Untersuchung liegt die Hypothese zugrunde, dass die Bündelung von leitungsgebundenen Infrastrukturen vielfach Nachhaltigkeitsvorteile aufweist. Während die übrigen Teiluntersuchungen aber darauf abzielen, integriert geplante und gebündelte Leitungsvorhaben zu betrachten und die hypothetische Annahme ihrer höheren Nachhaltigkeit zu prüfen, nimmt die rechtliche Fragestellung diese Hypothese allein zum Ausgangspunkt, zielt aber nicht auf ihre Überprüfung ab. Die rechtliche Teiluntersuchung baut insoweit auf den übrigen Teiluntersuchungen auf und geht der Frage nach, welche rechtlichen Regelungen die Bündelung von Infrastrukturen ermöglichen und fordern oder aber behindern oder gar verhindern. Die Teiluntersuchung geht mithin zunächst der Frage nach, in welcher Weise der Rechtsrahmen gebündelte und damit der Arbeitshypothese nach nachhaltige Infrastrukturausführungen ermöglicht oder hemmt. Während mithilfe der so umschriebenen Analyse zunächst allein das geltende Recht, der Status quo betrachtet wird (Kapitel 5.), werden in einem weiteren, prospektiv ausgerichteten Teil (Kapitel 6.) geeignete rechtliche Anknüpfungspunkte identifiziert, um mittels Rechtsänderungen die Bündelung von leitungsgebundenen Infrastrukturen in geeigneten Fällen künftig besser als bislang zu erreichen.

Gegenstand der Untersuchung sind die für leitungsgebundene Infrastrukturen anwendbaren Normen des Planungs- und Zulassungsrechts, da hier über die Zulässigkeit der Bündelung von Vorhaben entschieden wird. Weitergehend als bei den übrigen Teiluntersuchungen in INTEGRIS<sup>12</sup> ist bei deren Analyse nach dem jeweils durch die Infrastrukturen transportierten Medium zu differenzieren, da dies jeweils die Anwendbarkeit unterschiedlicher rechtlicher Planungs- und Zulassungsregime sowie weiterer medienspezifischer Regelungen zur Folge hat. Zu differenzieren ist überdies zwischen Fällen integrierter Planung und Realisierung einerseits, die in INTEGRIS im Fokus stehen, und Fällen additiver Bündelung andererseits. Die Einbeziehung auch von Fällen additiver Planungen geschieht zum einen, weil es sich angesichts der Vielzahl vorhandener Infrastrukturen um einen praktisch relevanten Fall handelt.<sup>13</sup> In erster Linie ist

<sup>10</sup> Zum Begriff der Infrastruktur *Pleiner*, Überplanung von Infrastruktur, 2016, S. 5.

<sup>11</sup> Dies gilt für all diejenigen Fälle, in denen Regelungen nicht unmittelbar zur Bündelung oder Trennung von Infrastrukturen verpflichtet und eine solche Pflicht auch nicht vollstreckt werden kann. Als Beispiel können raumplanerische Ausweisungen genannt werden, die zumeist nur ein Angebot für Vorhabenträger darstellen. Hier hängt es primär von außerrechtlichen Wertungen der Vorhabenträger ab, ob sie ein Vorhaben als gebündeltes konzipieren und umsetzen wollen. Hierzu ausführlich unten, 5.3.1.

<sup>12</sup> Zum dort zugrunde gelegten Bündelungsverständnis, siehe unter 1.

<sup>13</sup> Den Hauptanwendungsfall sieht hier *Pleiner*, Überplanung von Infrastruktur, 2016, S. 129. Dies legt auch die im Rahmen von INTEGRIS durchgeführte Suche nach integriert geplanten und realisierten Infrastrukturen als Untersuchungsgegenstände nahe.

diese Ausweitung des Untersuchungsgegenstands gegenüber den übrigen Teiluntersuchungen jedoch deshalb erforderlich, weil gerade Fälle additiver Bündelung Besonderheiten aufweisen, die sich im Recht bereits teilweise widerspiegeln und die bisherige rechtliche Diskussion über die Bündelung leitungsgebundener Infrastrukturen geprägt haben.<sup>14</sup> Hiervon können auch die Überlegungen zur prospektiven Gestaltung des Rechtsrahmens profitieren.

Nicht untersucht wurden die Regelungen des Vergaberechts<sup>15</sup> oder Regelungen über die Refinanzierung leitungsgebundener Infrastrukturen<sup>16</sup>. Beide Komplexe können für die Nachhaltigkeitsdimensionen der Wirtschaftlichkeit und Sozialverträglichkeit leitungsgebundener Infrastrukturen von Bedeutung sein. Insoweit könnte weitergehende Forschung zusätzliche Erkenntnisse erbringen.

## 5.2 Annäherung an die rechtlichen Eigenheiten und relevanten Konstellationen bei der Planung und Errichtung leitungsgebundener Infrastrukturen

Die materiell- wie verfahrensrechtliche Behandlung integrierter leitungsgebundener Infrastrukturvorhaben muss mit den spezifischen Umständen ihrer Planung (durch den oder die Vorhabenträger wie auch die Formen staatlicher Raumplanung), ihrer Zulassung sowie ihres Betriebs umgehen. Prägend für alle drei Stadien sind der enge räumliche Zusammenhang sowie verschiedene zeitliche Konstellationen und die potenzielle Vielfalt an Vorhabenträgern.

### 5.2.1 Eigenheiten aufgrund des engen räumlichen Zusammenhangs

Der enge räumliche Zusammenhang, bspw. bei der Verlegung verschiedener Leitungen in einem Leitungsgraben, ihrer Führung auf einer gemeinsamen Trägerstruktur oder innerhalb einer Infrastrukturtrasse mit gemeinsamen Schutzstreifen, schafft eine besondere Beziehung zwischen den Infrastrukturen, aber auch des Infrastrukturbündels auf seine Umwelt. Während die integrierte Realisierung von Leitungsvorhaben insbesondere mit Kostenvorteilen einhergehen kann, weil etwa lediglich ein Leitungsgraben benötigt wird oder gemeinsame Trägerstrukturen genutzt werden können,<sup>17</sup> kann die dadurch hergestellte räumliche Nähe der Leitungen und ihre möglichen Wechselbeziehungen nicht nur aufgrund der ohnehin zu beachtenden technischen Restriktionen,<sup>18</sup> sondern auch unter dem Gesichtspunkt des Schutzes kritischer Infrastrukturen Nachteile mit sich bringen.<sup>19</sup> Dies gilt sowohl mit Blick auf Anschlagsgefahren als auch unter dem Gesichtspunkt zu erwartender Naturgefahren im Zuge des voranschreitenden Klimawandels. In beiden Fällen kann die voneinander getrennte Führung von Leitungen von Vorteil sein. Auch die nach außen bestehenden Beziehungen sind jedenfalls nicht ohne Ambivalenz: Während der Gesichtspunkt der Bündelung in bestimmten Konstellationen die Umweltverträglichkeit der

<sup>14</sup> Siehe ausführlich hierzu *Pleiner*, Überplanung von Infrastruktur, 2016.

<sup>15</sup> Bspw. der Grenzwert gem. § 106 Abs. 2 GWB i. V. m. Art. 4 lit. a) RL 2014/24/EU für öffentliche Bauaufträge, welche die Notwendigkeit europaweiter Ausschreibungen begründen und Effekte für die lokale Wertschöpfung haben können.

<sup>16</sup> So wäre es denkbar, dass – je nach Refinanzierungsart – unterschiedliche staatliche Einheiten (Bund, Länder etc.) oder auch Endkunden mit den Baukosten belastet werden oder aber diese beim Vorhabenträger verbleiben, soweit eine Umlage auf Endkunden ihm regulierungsrechtlich untersagt ist.

<sup>17</sup> Ausführlich hierzu bereits oben 1.1.

<sup>18</sup> *Weiland/Wüstneck/Lichte/Scholles*, uvp-report, 2016, 159 (163).

<sup>19</sup> *Pleiner*, Überplanung von Infrastrukturen, 2016, S. 133. Zur Definition kritischer Infrastrukturen, wozu auch die in INTEGRIS betrachteten Infrastrukturen der Energie- und Wasserversorgung sowie der Informations- und Kommunikationstechnik zählen, *Kümper*, in: Kment, ROG, 2019, § 2 Rn. 57; zur notwendigen Unterscheidung ober- und unterirdischer Bündelung von Höchstspannungsgleichstromleitungen *Weiland/Wüstneck/Lichte/Scholles*, uvp-report, 2016, 159 (159, 166). Zum KRITIS-Grundsatz und dessen Bedeutung für die Trassierung von Leitungen siehe unten unter 5.4.2.1.

Vorhaben verbessert<sup>20</sup> – sei es durch einen geringeren Flächenverbrauch oder die Freihaltung bislang unzerschnittener Landschaftsräume und die Schonung des Landschaftsbildes<sup>21</sup> – können in anderen Fällen die von der Bündelung ausgehenden Verstärkungen umweltschädigender Wirkungen überwiegen. In solchen Fällen wird die Bündelung begrifflich als „Überbündelung“ markiert.<sup>22</sup> Die ansonsten gegebenen Vorteile schlagen hier etwa durch eine verstärkte Hinderniswirkung für bestimmte Tierarten oder die optische Belastung des Landschaftsbildes für den Menschen durch eine Mehrzahl an Infrastrukturen in eine insgesamt negative Nachhaltigkeitsbewertung um. Immissionsschutzrechtlich relevante Summationswirkungen können entstehen.<sup>23</sup> Zudem wird auf einen erhöhten Planungs- und Realisierungsaufwand verwiesen, soweit auf einer Strecke eine Bündelung mit verschiedenen Infrastrukturen erfolgt<sup>24</sup>.

Die Unterscheidung der vorgenannten Konstellationen sowie die Anordnung oder Förderung von Bündelung im einen, die Hinderung oder gar das Verbot der Bündelung im anderen Fall betreffen das materielle Recht. Ein vorgreifender Blick auf den insoweit relevanten planungs- und ordnungsrechtlichen Rechtsrahmen sowie die fachliche Begleitung der vertiefenden Analyse vorausgewählter Projekte im Rahmen von INTEGRIS<sup>25</sup> zeigen: Zwar kommt den Ebenen der räumlichen Gesamtplanung (Raumordnung, Bauleitplanung) sowohl für die Sicherung von Infrastrukturtrassen als auch die planerische Bewältigung von Konflikten zwischen einzelnen Infrastrukturen untereinander und auch mit den konfligierenden Raumnutzungsansprüchen Dritter erhebliche Bedeutung zu. Die Entscheidung über das „Ob“ und „Wie“ der Realisierung einer Infrastruktur verbleibt jedoch regelmäßig und im Wesentlichen bei unternehmerisch agierenden – privaten wie öffentlichen – Vorhabenträgern. Die staatlichen Planungen und die damit einhergehende Flächensicherung stellen für diese zumeist nur ein „Angebot“ einer möglichen Variante und nur im Ausnahmefall die Vorgabe einer einzig zulässigen Option dar. Auf Genehmigungsebene zeigt sich ein ähnliches Bild: Trotz der hier stattfindenden Prüfung zahlreicher ordnungsrechtlicher Vorgaben bleibt die originäre Konzeption der Vorhaben doch bei den Vorhabenträgern. Staatliche Genehmigungsbehörden vollziehen die Vorhabenplanungen in aller Regel nur nach und haben nur im Ausnahmefall unmittelbaren Einfluss auf die konkrete Ausgestaltung des Vorhabens. Liegt die Bündelung von Infrastrukturen nicht im Interesse der Vorhabenträger, sind diese nur im eher theoretisch denkbaren Einzelfall gleichwohl zu einem integrierten Vorgehen rechtlich gezwungen.<sup>26</sup>

## 5.2.2 Eigenheiten und Vielfalt der Konstellationen in zeitlicher Hinsicht

Auch in zeitlicher Hinsicht kann die Integration leitungsgebundener Infrastrukturen auf unterschiedliche Weise geschehen. So können mehrere Leitungen von vorne herein als gebündelte geplant und anschließend auch als solche realisiert werden. Es ist aber auch möglich, dass allein die Planung in integrierter Form erfolgt, zunächst aber allein eine Leitung realisiert wird und eine zweite Ausbaustufe erst bei Vorliegen eines entsprechenden Bedarfs folgen soll. Möglich ist

<sup>20</sup> Ausführlich hierzu bereits oben unter 3. und 4.

<sup>21</sup> Vgl. Lütkes, in: Lütkes/Ewer, BNatSchG, 2. Aufl. 2018, § 1 Rn. 67; A. Schumacher/J. Schumacher, in: Schumacher/Fischer-Hüftle, BNatSchG, 2. Aufl. 2011, § 1 Rn. 154, 162 f.; Kerkmann, in: Schlacke, GK-BNatSchG, 2. Aufl. 2017, § 1 Rn. 30; differenzierend Weiland/Wüstneck/Lichte/Scholles, uvp-report, 2016, 159 (165).

<sup>22</sup> Pleiner, Überplanung von Infrastrukturen, 2016, S. 132 mit Verweis auf die Begründung zu G 5.2.2 Kap. 5.2 Energie der Thüringer Verordnung über das Landesentwicklungsprogramm vom 15.05.2014; vgl. auch A. Schumacher/J. Schumacher, in: Schumacher/Fischer-Hüftle, BNatSchG, 2. Aufl. 2011, § 1 Rn. 163; vgl. auch Weiland/Wüstneck/Lichte/Scholles, uvp-report, 2016, 159 (163, 166).

<sup>23</sup> Weiland/Wüstneck/Lichte/Scholles, uvp-report, 2016, 159 (167).

<sup>24</sup> Weiland/Wüstneck/Lichte/Scholles, uvp-report, 2016, 159 (166).

<sup>25</sup> Siehe oben unter 2.

<sup>26</sup> Vgl. Pleiner, Überplanung von Infrastruktur, 2016, S. 175 f.

es schließlich, dass zunächst eine Leitung geplant und realisiert wird und erst dann eine weitere mit der bereits vorhandenen Leitung additiv gebündelt werden soll.

Die unterschiedlichen zeitlichen Bündelungskonstellationen haben sowohl eine materiell-rechtliche als auch eine verfahrensrechtliche Dimension. Unter dem Gesichtspunkt der Vorbelastung ist es etwa materiell-rechtlich von Bedeutung, ob ein Bündelungsvorhaben „auf der grünen Wiese“ stattfindet, oder ob ein Leitungsvorhaben mit einem Bestandsvorhaben gebündelt und dabei allein bereits vorbelastete Flächen und Böden in Anspruch genommen werden sollen.<sup>27</sup> Bei der Aufspaltung einer zweiten Ausbaustufe für einen späteren Zeitpunkt stellen sich zudem ; materiell-rechtliche Fragen, die unter dem Stichwort der „Vorratsplanung“ insbesondere im Fachplanungsrecht diskutiert werden.<sup>28</sup>

In verfahrensrechtlicher Hinsicht hält gerade nicht die nachträgliche Bündelung von Leitungen besondere Schwierigkeiten bereit, sind die hier auftretenden Fragen bezüglich der gemeinsamen Nutzung von Strukturen doch vor allen Dingen privatrechtlicher Natur und deshalb von den ggf. verschiedenen Vorhabenträgern zu lösen.<sup>29</sup> Anders dagegen die gleichzeitige integrierte Realisierung leitungsgebundener Infrastrukturen, d. h. voneinander unabhängiger, aber räumlich gebündelter Vorhaben<sup>30</sup>: Trotz deren engen Zusammenhangs findet ihre Zulassung dem Grundsatz nach in voneinander getrennten und unabhängigen Verfahren statt. Ein einheitlicher gesetzlicher Zulassungstatbestand wird hier regelmäßig gerade nicht existieren (siehe unten 5.5.1).<sup>31</sup> Nur ausnahmsweise kennt das Verwaltungsverfahren Recht Regelungen über die Durchführung einheitlicher Verfahren für unterschiedliche Vorhaben (vgl. § 75 Abs. 1 VwVfG; § 78 VwVfG; § 2 Abs. 3 sowie § 26 NABEG).<sup>32</sup> Sind diese nicht anwendbar, müssen voneinander unabhängige Verwaltungsverfahren koordiniert werden. Handelt es sich um verschiedene Antragsteller, liegt diese Koordinationsaufgabe bei den ggf. unterschiedlichen Verwaltungsbehörden.<sup>33</sup> Hieraus können mehrere einem Fachplanungsvorbehalt unterliegende Vorhaben genauso aufeinander treffen wie solche, die einer einfachen gebundenen Zulassung bedürfen oder gar gänzlich genehmigungsfreigestellt sind.<sup>34</sup>

### 5.2.3 Eigenheiten aufgrund der potenziellen Vielfalt an Vorhabenträgern

Das Vorliegen entweder eines einzelnen oder aber mehrerer Vorhabenträger hat – wie bereits gezeigt – Auswirkungen auf die Komplexität der Verfahrensgestaltung bei der Zulassung integrierter leitungsgebundener Infrastrukturen. Während die privatrechtlichen Beziehungen mehrerer Vorhabenträger verfahrensrechtlich keine Komplexitätssteigerung zur Folge haben, ge-

<sup>27</sup> Pleiner, Überplanung von Infrastruktur, 2016, S. 164.

<sup>28</sup> Pleiner, Überplanung von Infrastruktur, 2016, S. 149 ff.; für den Ausbau von Straßen Ziekow, VerwArch 2015, 528 ff.

<sup>29</sup> Den am Ende öffentlich-rechtlicher Zulassungsverfahren stehenden Entscheidungen kommt in aller Regel keine sog. privatrechtsgestaltende Wirkung zu, sie ergehen mithin ungeachtet privatrechtlicher Titel Dritter. Vorhabenträger müssen sich mit diesen in der Regel vielmehr im Rahmen des normalen Zivilrechtsverkehrs einigen.

<sup>30</sup> Hiervon dürften gekoppelte Infrastrukturen zu unterscheiden sein, d. h. solche Infrastrukturen, die nicht nur räumlich gebündelt sind, sondern deren Nutzung auch gekoppelt ist und insoweit ein einheitliches Infrastrukturvorhaben für eine gekoppelte Nutzung darstellen.

<sup>31</sup> Vgl. Krappel, ZfW 2012, 113 (117).

<sup>32</sup> Krappel, ZfW 2012, 113 (117 f.); der Ausnahmecharakter ist durch die kompetenzverlagernde Wirkung der Konzentration von Verfahren bei einer Behörde begründet, siehe hierzu im Rahmen von notwendigen Folgemaßnahmen (Fälle unechter Konkurrenz) als Teil einer einheitlichen Planfeststellung nach § 75 Abs. 1 VwVfG Deutsch, in: Mann/Sennekamp/Uechtritz, VwVfG, 2014, § 75 Rn. 37; zu den Fällen echter Konkurrenz siehe Ders., a. a. O., § 78 Rn. 5.

<sup>33</sup> Vgl. zur hier notwendigen Koordination Stüer, Hdb des Bau- und Fachplanungsrechts, 5. Aufl. 2015, Rn. 4749; zu den hiermit zusammenhängenden komplexen Fragen am Beispiel von Bauleitplanung und eisenbahnrechtlicher Fachplanung bei modernen, gemischt genutzten Bahnhöfen Ronellenfitsch, VerwArch 1999, 581 (586 ff.).

<sup>34</sup> Vgl. Stüer, Hdb des Bau- und Fachplanungsrechts, 5. Aufl. 2015, Rn. 4747.



winnen diese in anderer Hinsicht Bedeutung, nämlich für die Chancen einer Bündelung unterschiedlicher Infrastrukturen überhaupt. In der Regel liegen die privatrechtlichen Nutzungsrechte für die benötigten Flächen allein bei einem der Vorhabenträger. In Fällen additiver Bündelung beim sog. Altsassen, dem Träger der bereits vorhandenen Infrastruktur.<sup>35</sup> Nicht selten wird aber lediglich der hinzukommende Vorhabenträger eine Bündelung anstreben, da entweder kein anderer Raum zur Verfügung steht oder aber die bereits vorhandene Trägerstruktur aus Kostengründen mitgenutzt werden soll. Scheidet eine freiwillige Kooperation der Vorhabenträger aus, können dem Interessenten bereits die Informationen verschlossen bleiben, die eine Bündelungsoption überhaupt erst erkennen lassen. Ohne eine Kooperation fehlt dem Interessenten zudem das Zugriffsrecht zur Mitnutzung gemeinsamer Trägerstrukturen und auch eine Koordinierung von Wartungs- mit Errichtungsarbeiten oder die gemeinsame erstmalige Errichtung scheiden aus. Zur Beschleunigung des Breitbandausbaus sieht jedoch seit dem Jahr 2016 das Gesetz zur Erleichterung des Ausbaus digitaler Hochgeschwindigkeitsnetze, das sog. Digi-NetzG,<sup>36</sup> Regelungen für die skizzierten Fragen vor. Auf dessen Regelungskonzept wird im weiteren Verlauf der Darstellung zurückzukommen sein.<sup>37</sup>

#### 5.2.4 Ableitung relevanter Konstellationen

Da sich die vorstehend skizzierten Eigenheiten jeweils in unterschiedlichen Konstellationen besonders auswirken, kann und muss sich auch die weitere Darstellung an diesen Konstellationen orientieren. Notwendig ist eine differenzierte Darstellung des Rechtsrahmens für integriert geplante und realisierte Vorhaben einerseits, die Konstellation der integrierten Planung und gestuften Ausführung sowie die additive Planung und Realisierung leitungsgebundener Infrastrukturen andererseits. Stets sind zudem auch die Folgen einer Mehrzahl an Vorhabenträgern für die Planung und Zulassung darzustellen.

Demgegenüber kann die Vielfalt an Konstellationen, die durch die unterschiedlichen Umweltbedingungen gebündelter Vorhaben entsteht, hier allein beispielhaft abgebildet werden.<sup>38</sup> Insoweit ist auf die rechtlichen Mechanismen, bspw. das Institut der Abwägung in der Raumplanung einzugehen, die der Verarbeitung der unterschiedlichsten Umweltkonstellationen dienen und dies zusätzlich anhand von Beispielen illustrieren.

### 5.3 Allgemeiner Rechtsrahmen für die Planung und Zulassung leitungsgebundener Infrastrukturen

Die raumplanerische Koordination leitungsgebundener Infrastrukturen und ihre genehmigungsrechtliche Zulassung geschieht nach den allgemeinen Vorschriften. Auf Planungs- wie auch auf Zulassungsebene findet sich hierfür ein ausdifferenziertes Instrumentarium mit unterschiedlichen Anwendungsbereichen, denen die hier betrachteten leitungsgebundenen Infrastrukturen zugeordnet werden können. Dies hat – je für sich – Auswirkungen auf die staatlichen Möglichkeiten zur Beeinflussung des Vorhabenzuschnitts, d. h. auch der jeweiligen Entscheidung für oder gegen eine gebündelte Ausführung sowie deren konkrete Ausgestaltung.

<sup>35</sup> Vgl. für die Bündelung von Stromleitungen *Pleiner*, Überplanung von Infrastruktur, 2016, S. 193 sowie Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hrsg.), ARL-Empfehlungen zum Netzausbau für die Energiewende, Positionspapier aus der ARL 93, 2013, Empfehlung Nr. 10.

<sup>36</sup> BGBl. I 2016, S. 2473.

<sup>37</sup> Siehe hierzu unten unter 5.6.

<sup>38</sup> In diesem Sinne auch *Pleiner*, Überplanung von Infrastruktur, 2016, S. 295. Eine eigene Darstellung für jeden der in den übrigen Teiluntersuchungen identifizierten Flächentypen muss unterbleiben.

### 5.3.1 Vorgelagerte Planungen

Die staatliche räumliche Koordination von Raumnutzungen und -funktionen findet in Deutschland in einer kaskadenförmigen Abfolge sich allmählich konkretisierender Raumplanungen statt.<sup>39</sup> Der im vorliegenden Kontext nicht relevanten und bislang auch gesetzlich nur schwach ausgeprägten Bundesraumordnung folgen in den Ländern die Landesraumordnung mittels landesweiten und regionalen Raumordnungsplänen nach (§ 13 Abs. 1 S. 1 ROG). Hieran schließt sich schließlich die kommunale Planungsebene an, deren Bauleitplanung die vorbereitenden Flächennutzungs- sowie die verbindlichen und einzig auf generelle Außenverbindlichkeit ausgerichteten Bebauungspläne umfasst (§ 1 Abs. 2 BauGB).

Das Planungssystem ist einerseits dadurch gekennzeichnet, dass höhere Planungsebenen gegenüber den nachfolgenden Ebenen Bindungswirkungen in unterschiedlicher Intensität auslösen. So folgen aus den sog. Zielen der Raumordnung i. S. v. § 3 Abs. 1 Nr. 2 ROG Beachtungspflichten (§§ 4-6 ROG), für die kommunale Ebene gar eine darüberhinausgehende Anpassungspflicht (§ 1 Abs. 4 BauGB).<sup>40</sup> Geringere Bindungswirkungen, nämlich allein Berücksichtigungspflichten für nachfolgende Planungsentscheidungen, lösen demgegenüber die sog. Grundsätze der Raumordnung aus. Zudem sind die Regionalpläne aus den Landesraumordnungsplänen (§ 13 Abs. 2 S. 1 ROG), die Bebauungspläne aus den Flächennutzungsplänen (§ 8 Abs. 2 S. 1 BauGB) zu entwickeln. Umgekehrt haben die höheren Planungsebenen jeweils auch den vorhandenen Planbestand im Sinne des Gegenstromprinzips immerhin zu berücksichtigen (§ 13 Abs. 2 S. 2 ROG).<sup>41</sup> Insgesamt wird so eine vollständige Konkordanz zwischen Raumordnung einerseits und Bauleitplanung andererseits, aber auch innerhalb dieser Ebenen hergestellt.<sup>42</sup>

Nicht alle Raumnutzungen durch leitungsgebundene Infrastrukturen sind aber auch Gegenstand aller Stufen der Raumplanung, sodass hier jeweils planerische Einflussmöglichkeiten gegeben wären. So ist die überörtlich agierende<sup>43</sup> Raumordnung schon aus gesetzeskompetenziellen Gründen auf die räumliche Koordination allein raumbedeutsamer Nutzungen beschränkt.<sup>44</sup> Die Festlegungen sind dann mit ihren unterschiedlichen Bindungswirkungen nach § 4 Abs. 1 ROG bei nachfolgenden raumbedeutsamen Planungen zu berücksichtigen bzw. zu beachten.<sup>45</sup> § 4 ROG und weitere Raumordnungsklauseln des Fachrechts verleihen den Festlegungen insoweit gar unmittelbare Relevanz für die Zulassungsebene.<sup>46</sup> Das Merkmal der Raumbedeutsamkeit dürfte im Falle der vorliegend betrachteten Infrastrukturen regelmäßig allein durch bestimmte Strom- und Gasleitungen, vornehmlich der Übertragungsebene, erfüllt sein.<sup>47</sup> Im Falle von Stro-

<sup>39</sup> BVerwG, Urt. v. 20.8.1992 – 4 NB 20/91; *Durner*, in: Kment, Raumordnungsgesetz, 2019, § 4 Rn. 7; Spannowsky, UPR 2013, 54 (54).

<sup>40</sup> Zu den Unterschieden zwischen der Beachtungspflicht des § 4 Abs. 1 ROG und der Handlungspflicht des § 1 Abs. 4 BauGB *Goppel*, in: Spannowsky/Runkel/Goppel, ROG, 2. Aufl. 2018, § 4 Rn. 23 ff.; vgl. auch *Durner*, in: Kment, Raumordnungsgesetz, 2019, § 4 Rn. 63.

<sup>41</sup> Zur verfahrensrechtlichen Absicherung dienen Beteiligungsrechte der nachfolgenden Planungsträger.

<sup>42</sup> *Kümper*, in: Kment, ROG, 2019, Einl. A. Rn. 25.

<sup>43</sup> *Kümper*, in: Kment, ROG, 2019, Einl. A. Rn. 21

<sup>44</sup> Hierzu *Kümper*, in: Kment, ROG, 2019, § 3 Rn. 119.

<sup>45</sup> Ausführlich zu dieser Unterscheidung *Durner*, in: Kment, ROG, 2019, § 4 Rn. 58 ff. sowie 82 ff.

<sup>46</sup> Vgl. *Kümper*, in: Kment, ROG, 2019, A. Rn. 21.

<sup>47</sup> Vgl. *Pleiner*, Überplanung von Infrastruktur, 2016, S. 119 m. w. N. der darauf verweist, dass von einer Raumbedeutsamkeit bei Freileitungen in der Regel ab einer Spannung von 110 kV ausgegangen wird.

mübertragungsleitungen wird in der Praxis die Raumbedeutsamkeit allerdings auch dann angenommen, wenn sie als Erdkabel ausgeführt werden.<sup>48</sup> Nicht raumbedeutsame Nutzungen können zwar von vorneherein nicht unmittelbar zum Gegenstand raumordnerischer Festlegungen gemacht werden. Das bedeutet aber nicht, dass raumordnungsrechtliche Festlegungen für raumbedeutsame Nutzungen und Raumfunktionen keine Bedeutung für nicht-raumbedeutsame haben können. So sind Bauleitpläne gem. § 1 Abs. 4 BauGB selbst dann an die Ziele der Raumordnung anzupassen und müssen bspw. zielförmig festgelegte regionale Grünzüge beachten, wenn der Bebauungsplan und darin festgesetzte Flächen für leitungsgebundene Infrastrukturen selbst keine Raumbedeutsamkeit besitzen.<sup>49</sup>

Im Übrigen ist der Zugriff auf nicht-raumbedeutsame bauliche Nutzungen erst für die Ebene der gemeindlichen Bauleitplanung eröffnet. Voraussetzung für die Steuerung solcher baulichen Vorhaben i. S. v. § 29 Abs. 1 BauGB ist allerdings, dass für ihre planerische Koordination überhaupt ein städtebauliches Bedürfnis besteht und diese Koordination deshalb i. S. d. § 1 Abs. 3 BauGB erforderlich ist. Voraussetzung für eine planerische Steuerung ist nämlich nicht nur die Eröffnung des grundsätzlichen Anwendungsbereichs der jeweiligen Planungsebene. Voraussetzung für die Tätigkeit der Planungsträger hinsichtlich auch einzelner Festsetzungen ist vielmehr, dass hierfür auch ein raumplanerisches Bedürfnis besteht.<sup>50</sup> Dies kann im Einzelfall gerade bei unterirdischen Leitungsinfrastrukturen von geringerer Dimension fraglich sein. Zwar zeigen die Festsetzungsmöglichkeiten des § 9 Abs. 1 Nr. 13 BauGB, dass jedenfalls im Einzelfall ein städtebauliches Bedürfnis für die bauleitplanerische Steuerung von unterirdischen Versorgungsleitungen bestehen kann.<sup>51</sup> Vielfach wird es hieran jedoch fehlen, so dass unterirdische Leitungen etwa des Stromverteilnetzes in der Regel nicht nur durch die Landesbauordnungen verfahrensfreigestellt sind,<sup>52</sup> sondern für diese auch keine materiellen bauplanungsrechtlichen Vorgaben aufgestellt werden können.

Soweit anwendbar, besitzen die Darstellungen in Flächennutzungsplänen zudem grundsätzlich allein vorbereitende Bedeutung für die gem. § 8 Abs. 2 S. 1 BauGB hieraus zu entwickelnden Bebauungspläne. Eine unmittelbare bodenrechtliche Wirkung kommt ihnen ggf. aber über § 35 Abs. 3 S. 1 Nr. 1 BauGB für die Zulassung von Leitungsvorhaben im Außenbereich i. S. v. § 35 Abs. 1 Nr. 3 BauGB zu. Erst die am unteren Ende der Planungskaskade stehenden Bebauungspläne sind dann auch allgemein auf unmittelbare Außenwirkung gerichtet und besitzen – soweit sie Festsetzungen für die Führung leitungsgebundener Infrastrukturen enthalten – unmittelbare Bedeutung für ihre Zulässigkeit.

<sup>48</sup> So, allerdings ohne nähere Begründung, *Weisensee*, Die energierechtliche Planfeststellung von Erdkabeln, 2014, S. 284 ff., der sich hierfür aber auf zahlreiche Beispiele aus den Landesentwicklungsplänen stützen kann. Die Raumordnungsverordnung erfasst dagegen Erdkabel gerade nicht als Gegenstand des Raumordnungsverfahrens, vgl. § 1 Nr. 14 ROV. Vgl. auch zur in anderem Zusammenhang tendenziell restriktiveren Einbeziehung unterirdischer Raumnutzungen in den Anwendungsbereich der Raumordnung *Schubert*, in: Kment, Unterirdische Raumnutzungen, S. 175 (189).

<sup>49</sup> BVerwG, Urt. v. 30.1.2003 – 4 CN 14.01, juris Rn. 17; *Runkel*, in: Spannowsky/Runkel/Goppel, ROG, 2. Aufl. 2018, § 3 Rn. 102.

<sup>50</sup> Neben der Verbotskomponente des Erforderlichkeitsgebots enthält dieses nach allgemeiner Auffassung auch eine Gebotskomponente, die sich im Einzelfall zu einer Planungspflicht verdichten kann, siehe *Kümper*, in: Kment, ROG, 2019, § 2 Rn. 42. Zur Erforderlichkeit von Festsetzungen für Versorgungsleitungen in einem Bebauungsplan siehe *Gierke*, in: Brügelmann, BauGB, 111. EL 2019, § 9 Rn. 247 f. Zur Diskussion um § 2 Abs. 1 ROG als raumordnerisches Erforderlichkeitsgebots, *Kümper*, a. a. O., § 2 Rn. 41.

<sup>51</sup> Vgl. zu Zweifeln an der städtebaulichen Relevanz von unterirdisch verlegten Stromleitungen des Niederspannungsnetzes *Pleiner*, Überplanung von Infrastruktur, 2016, S. 271. Siehe allerdings § 9 Abs. 1 Nr. 13, der ausdrücklich die Führung von „oberirdischen und unterirdischen Versorgungsanlagen und -leitungen“ erfasst. Hierzu zählen nicht nur örtliche, sondern auch der überörtlichen Versorgung dienende Leitungen, *Gierke*, in: Brügelmann, BauGB, 111. Lfg. 2019, § 9 Rn. 245; für die Flächennutzungsplänebene vgl. § 5 Abs. 2 Nr. 4 BauGB und hierzu auch *Gierke*, a. a. O., § 5 Rn. 167 ff.; zu 380 KV Freileitungen als bauliche Anlagen gem. § 29 Abs. 1 BauGB, BVerwG, Beschl. v. 16.11.1998 – 6 B 110/98, NVwZ-RR, 1999, 429 (429).

<sup>52</sup> Vgl. *Hermes/Kupfer*, in: Britz/Hellermann/Hermes, EnWG, 3. Aufl. 2015, § 43 Rn. 12d.

Unabhängig von der konkreten Planungsebene handelt es sich bei den planerischen Ausweisungen zur Verortung von leitungsgebundenen Infrastrukturen allein um Formen der Angebotsplanung. Dies meint, dass aus ihnen gerade keine Pflicht zur Realisierung entsprechender Vorhaben folgt.<sup>53</sup> Hinzu kommt, selbst wenn ein entsprechendes Leitungsvorhaben im Plangebiet umgesetzt werden soll, ist dieses nur selten in dem Sinne an die entsprechenden Planaussagen gebunden, dass es allein an der Stelle umgesetzt werden kann, an der es ausgewiesen ist, sondern es kann im Regelfall auch in davon abweichender Weise umgesetzt werden, wenn dies nicht aufgrund bestimmter tatsächlicher Umstände wie topographischer Besonderheiten oder räumlicher Enge im innerstädtischen Gebiet ausgeschlossen ist. Auf diese Unterscheidung freihaltender und zuweisender Ausweisungen wird noch zurückzukommen sein.<sup>54</sup>

Schon eine erste Betrachtung des allgemeinen Rechtrahmens vorgelagerter Planungen zeigt die Beschränkungen der Einflussmöglichkeiten auf die Ausgestaltung leitungsgebundener Infrastrukturen auf. Anwendungsbereich, Planrechtfertigung und Planwirkungen sind je im Einzelfall zu bestimmen. Selbst bei deren Vorliegen bleibt der Einfluss der Planungsträger einer überwiegend freihaltenden Angebotsplanung auf die konkrete Führung von leitungsgebundenen Infrastrukturen jedoch begrenzt.

### 5.3.2 Zulassungsebene

Auch die Zulassung der vorliegend betrachteten leitungsgebundenen Infrastrukturen findet auf unterschiedliche Weise statt, je nachdem, ob sie einer Zulassungspflicht unterliegen oder nicht und welche Art von Zulassung erfolgt. Hiervon unberührt bleiben in der Regel die privaten Rechte Dritter, die durch den Vorhabenträger ebenfalls zu beachten sind.

Einige der Infrastrukturen mit potenziell erheblichen Umweltauswirkungen und hoher Raumbedeutsamkeit unterliegen einem Fachplanungsvorbehalt und bedürfen einer Planfeststellung oder Plangenehmigung. Andere bedürfen einer Genehmigung im Rahmen eines Zulassungsverfahrens mit gebundener oder Ermessensentscheidung. Schließlich gibt es auch Infrastrukturen, die, jedenfalls in bestimmten räumlichen Bereichen keiner Zulassungspflicht unterliegen und einer förmlichen Zulassung deshalb überhaupt nicht bedürfen.<sup>55</sup> Während sich dementsprechend die Verfahren der Zulassung, die Wirkungen der jeweiligen Zulassungsentscheidung und damit auch die Einwirkungsmöglichkeiten der Zulassungsbehörden unterscheiden, müssen gleichwohl Errichtung und Betrieb aller Infrastrukturen stets den auf sie anwendbaren einschlägigen materiell-rechtlichen Anforderungen genügen.<sup>56</sup> Im Falle der Zulassungsfreiheit ist dies zunächst allein durch die Vorhabenträger sicherzustellen. Nachträglich ist zudem in allen Fällen ein repressives Vorgehen der Behörden möglich, um die formelle und materielle Rechtmäßigkeit der Leitungsvorhaben (wieder) herzustellen. In Falle ihrer formellen Zulassung ggf. nachdem die jeweilige Genehmigung und ihre Wirkungen beseitigt wurden.

Zu den einzuhaltenden materiell-rechtlichen Vorgaben gehören auch die jeweiligen Vorgaben vorgelagerter Planungen in der Reichweite ihrer außenwirksamen Bindungswirkung. Während bauliche Vorhaben im überplanten Innenbereich die Festsetzungen der Bebauungspläne zu beachten haben (§ 30 Abs. 1, 2 BauGB), müssen Außenbereichsvorhaben mit den Vorgaben der planersetzenden Regelung des § 35 BauGB in Einklang stehen, der seinerseits u. a. über verschiedene bodenrechtliche Raumordnungsklauseln (§ 35 Abs. 3 S. 2 1. HS; § 35 Abs. 3 S. 3 2. Alt.

<sup>53</sup> Pleiner, Überplanung von Infrastruktur, 2016, S. 167.

<sup>54</sup> Hierzu ausführlich unten, 5.4.2.2.

<sup>55</sup> So Informations- und Telekommunikationsleitungen, sofern sie nicht aufgrund ihrer Führung im Straßenuntergrund einer straßenrechtlichen Sondernutzungserlaubnis bedürfen.

<sup>56</sup> Vgl. nur Rieger, in: Schrödter, BauGB, 9. Aufl. 2019, § 29 Rn. 2; Hermes/Kupfer, in: Britz/Hellermann/Kupfer, EnWG, 3. Aufl. 2015, § 43 Rn. 12d.

BauGB)<sup>57</sup> sowie Öffnungsklauseln für Darstellungen der Flächennutzungsplanung (§ 35 Abs. 3 S. 1 Nr. 1 BauGB; § 35 Abs. 3 S. 3 1. Alt. BauGB)<sup>58</sup> Einwirkungen höherrangiger Pläne unterliegt. Auf diese Weise können sich Vorgaben der vorgelagerten Planungen mithin auf die konkrete Zulassung der Vorhaben auswirken. Eine Beschränkung erfährt dies allerdings für Vorhaben von überörtlicher Bedeutung i. S. d. § 38 S. 1 BauGB, wozu auch fachplanerisch zugelassene Leitungsvorhaben gehören können. Diese sind unter den dort geregelten Voraussetzungen von den Bindungswirkungen der Bauleitplanung befreit. Unberührt bleiben davon allerdings die gem. § 4 ROG zu beachtenden Vorgaben der Raumordnung.

Ob bereits eine einzelne Zulassungsentscheidung für Realisierung und Betrieb einer leitungsgebundenen Infrastruktur ausreicht oder weitere solcher Entscheidungen erforderlich sind, hängt auch vom Umfang der Zulassungsentscheidung ab: Während Fachplanungsentscheidungen eine formelle Konzentrationswirkung zukommt, sodass sich die Entscheidungswirkung weitgehend auch auf solche Belange erstreckt, die üblicherweise in eigenen Zulassungsverfahren abgeprüft werden,<sup>59</sup> fehlt etwa in bauordnungsrechtlichen Zulassungsverfahren erteilten Genehmigungen eine solche Konzentrationswirkung<sup>60</sup>. Soweit Realisierung und Betrieb weitere zulassungspflichtige Handlungen umfassen, müssen zusätzliche Verfahren durchlaufen und weitere Zulassungsentscheidungen eingeholt werden. Es wird zu zeigen sein, dass sich die Einflussmöglichkeiten von Behörden auf die Konzeption der Vorhaben je nach Art des einschlägigen Zulassungsverfahrens unterscheiden. Tendenziell ist der Einfluss größer, wo Vorhaben der Fachplanung unterliegen.

### 5.3.3 Zwischenergebnis

Ein Überblick zum allgemeinen Rechtsrahmen für die Planung und Zulassung leitungsgebundener Infrastrukturen zeigt: Planerische Vorgaben und materielles Ordnungsrecht wirken je nach leitungsgebundener Infrastruktur und der auf sie anwendbaren raumplanerischen und ordnungsrechtlichen Instrumente in unterschiedlicher Weise auf die Gestaltung von Leitungsvorhaben ein. Vorhabenträger müssen diese Einwirkungen bei der internen Vorhabenplanung berücksichtigen oder ggf. im Laufe der Zulassungsverfahren zum Gegenstand ihrer Vorhabenanträge machen. Die Möglichkeiten der Zulassungsbehörden, auf diesen Prozess einzuwirken, sind dabei je nach Art des Zulassungsverfahrens unterschiedlich groß.

---

<sup>57</sup> Siehe hierzu *Kümper*, in: Kment, ROG, 2019, Einleitung A. Rn. 21.

<sup>58</sup> Vgl. nur *Rieger*, in: Schrödter, BauGB, 9. Aufl. 2019, § 35 Rn. 110 ff.

<sup>59</sup> Allgemein geregelt in § 75 Abs. 1 S. 1 VwVfG.

<sup>60</sup> Vgl. etwa § 58 Abs. 1, S. 1 und 2 LBO BW. Zur Herausnahme der wasserrechtlichen Genehmigungen aus der Konzentrationswirkung auch der Planfeststellungen, § 19 WHG.

### 5.3.4 Übersicht: Allgemeiner planungs- und zulassungsrechtlicher Rahmen einzelner leitungsgebundener Infrastrukturen

Tabelle 21: Rechtsrahmen einzelner leitungsgebundener Infrastrukturen

Infrastruktur	Vorgelagerte Planungen	Zulassungsverfahren	Zuständigkeit für Zulassung
Stromnetze			
Hoch- und Höchstspannungsfreileitungen	<p><i>Planungskaskade zur Bedarfsermittlung:</i>                      Szenariorahmen (§ 12a EnWG);                      Netzentwicklungsplan (§ 12b, 12c EnWG); Bundesbedarfsplan (§ 12e EnWG) und BundesbedarfsplanG (BBPIG)</p>	<p><i>Fachplanerische Zulassung:</i>                      - Planfeststellungsfähigkeit gem. § 43 EnWG (Hochspannungsfreileitungen, ausgenommen Bahnstromfernleitungen, mit einer Nennspannung von 110 kV oder mehr                      - Freileitung mit Nennspannung von unter 110 kV oder eine Bahnstromfernleitung, sofern diese Leitungen mit einer Leitung nach § 43 Abs. 1 S. 1 Nr. 1, 2 oder 3 auf einem Mehrfachgestänge geführt werden und in das Planfeststellungsverfahren für diese Leitung integriert werden.</p>	<p>Planfeststellungsbehörde ist zumeist die höhere Verwaltungsbehörde (Regierungspräsidien, Bezirksregierung etc.).</p>
	<p><i>Raumordnungsrecht:</i>                      (Bindungswirkung gegenüber Bundesfachplanung derzeit unklar.)</p>	<p>Planfeststellungsfähigkeit nach § 18 NABEG (Planfeststellung der in den Anwendungsbe- reich des NABEG fallenden Vorhaben)</p>	<p>Planfeststellungsbehörde ist nach Planfeststel- lungsverordnung gem. § 31 Abs. 2 i. V. m. § 2 Abs. 2 NABEG die BNetzA.</p>
	<p><i>Festlegung des Trassenkorridors für Höchst- und Hochspannungsleitun- gen:</i>                      Allgemein nach § 15 ROG i. V. m. § 1 Nr. 14 ROV                      Besonderes Verfahren der Bundes- fachplanung nach NABEG für Höchstspannungsleitungen, die in BBPIG als NABEG-Vorhaben ge- kennzeichnet sind.</p>		

Infrastruktur	Vorgelagerte Planungen	Zulassungsverfahren	Zuständigkeit für Zulassung
	<p><i>Bauleitplanung</i>                      Unter den Voraussetzungen des § 38 BauGB finden die Zulässigkeitsregelungen der §§ 29 ff. BauGB keine Anwendung.</p>		
<p>Hoch- und Höchstspannungserdkabel</p>	<p><i>Planungskaskade zur Bedarfsermittlung</i>                      Szenariorahmen (§ 12a EnWG);                      Netzentwicklungsplan (§ 12b, 12c EnWG); Bundesbedarfsplan (§ 12e EnWG) und BundesbedarfsplanG (BBPIG)</p>	<p><i>Planfeststellungsfähigkeit</i>                      - für EnLAG-Vorhaben nach § 2 Abs. 1 EnLAG wird Planfeststellungsfähigkeit nach § 43 S. 1 Nr. 1 EnWG durch § 2 Abs. 3 EnLAG erweitert.                      - Hochspannungsleitungen, die zur Netzanbindung von Windenergieanlagen auf See i. S. d. § 3 Nr. 49 EEG2017 im Küstenmeer als Seekabel und landeinwärts als Erdkabel bis technisch und wirt. günstigsten Verknüpfungspunkt des nächsten Übertragungs- oder Verteilernetzes verlegt werden sollen, § 43 S. 1 Nr. 3 EnWG.                      - Gleichstrom-Hochspannungsleitungen bzw. Drehstrom Höchstspannungsleitungen BBPIG, soweit dort als Erdkabelvorhaben (Kennzeichnung E gem. § 2 Abs. 5 BBPIG bzw. Kennzeichnung F gem. § 2 Abs. 6 BBPIG) gekennzeichnet (§ 43 Abs. 1 S. 1 Nr. 4 EnWG).                      - Küstennahe Erdkabel für Hochspannungsleitungen mit einer Nennspannung von 110 kV nach § 43 Abs. 2 S. 1 Nr. 2 EnWG.                      - Erdkabel mit Nennspannung von 110 kV oder mehr zur Anbindung von Kraftwerken oder Pumpspeicherkraftwerken an das Elektrizitätsversorgungsnetz.                      - Sonstige Erdkabel mit Nennspannung von 110 KV oder weniger, ausgenommen</p>	<p>Planfeststellungsbehörde für Vorhaben i. S. v. § 43 EnWG ist zumeist höhere Verwaltungsbehörde (Regierungspräsidien, Bezirksregierung etc.), vgl. § 1 EnWGUVO BW; § 42 ZuStV BY.</p>

Infrastruktur	Vorgelagerte Planungen	Zulassungsverfahren	Zuständigkeit für Zulassung
		Bahnstromfernleitungen, § 43 Abs. 2 S. 1 Nr. 4 EnWG. - Erdkabel mit Nennspannung von unter 110 kV, sofern im räumlichen und zeitl. Zusammenhang mit Baumaßnahme eines Erdkabels nach § 43 Abs. 1 S. 1 Nr. 2-4 oder Abs. 2 S. 1 Nr. 2-4 EnWG.	
	<i>Festlegung des Trassenkorridors für Höchst- und Hochspannungsleitungen</i> Allgemein nach § 15 ROG i. V. m. § 1 Nr. 14 ROV	<i>im Übrigen – bzw. wenn nicht fakultative Planfeststellung nach § 43 Abs. 2 EnWG – Einzelgenehmigungen, z. B.</i> § 17 Abs. 3 BNatSchG §§ 18 Abs. 1 S. 2; 25 Abs. 1 Nr. 1, 4 StrG NRW §§ 99 Abs. 1, 113 Abs. 1 LWG NRW § 9 DenkmalsG NRW	Für die Erteilung sind – mangels Konzentrationswirkung – die jeweiligen Fachbehörden zuständig (Naturschutzbehörde, Straßenbehörde, Wasserbehörde, Denkmalschutzbehörde). Zu deren Bestimmung vgl. die Ausführungen zu den übrigen Infrastrukturen.
	Besonderes Verfahren der Bundesfachplanung nach NABEG für Höchstspannungsleitungen, die in BBPIG als NABEG-Vorhaben gekennzeichnet sind.	Planfeststellungsfähigkeit nach § 18 Abs. 1 NABEG für Vorhaben, die im BBPIG sowohl eine Erdkabelkennzeichnung (E, F) als auch eine NABEG-Kennzeichnung (A1, A2, C) besitzen.	Planfeststellungsbehörde für Vorhaben nach § 18 NABEG ist nach Planfeststellungsverordnung i. S. v. § 31 Abs. 2 i. V. m. § 2 Abs. 2 NABEG die BNetzA.
Mittelspannungsleitungen	Raumordnungsrecht: Notwendigkeit der Feststellung der Raumbedeutsamkeit	Bauordnungsrechtlich: Genehmigungsfreistellung sowohl für Leitungen als auch für Masten (Bsp. Ziff. 4 und 5 Anhang zu § 50 Abs. 1 LBO BW)	
	Bauplanungsrecht: - Außenbereichsvorhaben gem. § 35 Abs. 1 Nr. 3, Abs. 3 BauGB - Innenbereichsvorhaben gem. § 30 Abs. 1, § 9 Abs. 1 Nr. 13 BauGB - Vorhaben im unbeplanten Innenbereich gem. § 34 BauGB	Soweit Außenbereichsvorhaben, ist ggf. naturschutzrechtliche Genehmigung gem. § 17 Abs. 3 S. 1 BNatSchG (bzw. jeweiligem LNatSchG) erforderlich.	Untere Naturschutzbehörden (kreisfreie Städte; Landkreise) konkretisieren Verpflichtungen nach §§ 13 ff. BNatSchG.



Infrastruktur	Vorgelagerte Planungen	Zulassungsverfahren	Zuständigkeit für Zulassung
		Ggf. Waldumwandelungsgenehmigung nach Landeswaldgesetzen (etwa § 10 ThüWaldG – ggf. muss in diesem Rahmen eine UVP durchgeführt werden).	Erteilung der Waldumwandelungsgenehmigung durch untere Forstbehörde (vgl. § 10 Abs. 1 ThüWaldG, in Thüringen ist dies die Landesforstanstalt, § 59 Abs. 1 Nr. 2 ThüWaldG).
		Ggf. wasserrechtliche Anlagengenehmigung, § 36 WHG	Wasserrechtliche Anlagengenehmigung etwa nach § 28 LWG BW wird durch untere Wasserbehörde erteilt. Gem. § 80 LWG BW ist dies die untere Verwaltungsbehörde als untere Wasserbehörde, d. h. in den Landkreisen die Landratsämter, in den Stadtkreisen die Gemeinden.
Niedrigspannungsleitungen	Bauplanungsrecht: - Außenbereichsvorhaben gem. § 35 Abs. 1 Nr. 3, Abs. 3 BauGB - Innenbereichsvorhaben gem. § 30 Abs. 1, § 9 Abs. 1 Nr. 13 BauGB, § 34 BauGB; ggf. § 14 Abs. 2 BauNVO	BlmSchG Keine Genehmigungspflicht  Bauordnungsrechtlich verfahrensfreigestellt	
		Soweit Außenbereichsvorhaben: ggf. naturschutzrechtliche Genehmigung gem. § 17 Abs. 3 S. 1 BNatSchG (bzw. jeweiligem LNatSchG)	Untere Naturschutzbehörden (kreisfreie Städte; Landkreise) konkretisieren Verpflichtungen nach §§ 13 ff. BNatSchG
		Ggf. straßenrechtliche Sondernutzungserlaubnis erforderlich	Zuständigkeit für straßenrechtliche Sondernutzungserlaubnis richtet sich nach Landesstraßenrecht, in BW ist etwa gem. § 16 Abs. 2 StrGBW die Straßenbaubehörde zuständig. Gem. § 50 StrGBW ist dies - für Landstraßen entweder das Regierungspräsidium oder die Gemeinde, je nachdem, wer Straßenbaulastträger ist, - für Kreisstraßen die Landratsämter oder die Gemeinden, je nachdem, wer die Straßenbaulast trägt, - für Gemeindestraßen die Gemeinden, - ggf. abweichende Regelungen im Einzelfall nach § 50 Abs. 4 und 5 StrGBW.

Infrastruktur	Vorgelagerte Planungen	Zulassungsverfahren	Zuständigkeit für Zulassung
Bahnstromnetz	Raumordnungsrecht: Feststellung der Raumbedeutsamkeit im Einzelfall notwendig	Planfeststellungsfähigkeit nach § 18 AEG	Zuständigkeit bestimmt sich nach Landesrecht. - In Nds. etwa die Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr gem. § 12 Abs. 3 ZustVO-Verkehr -In Bayern gem. § 23 b Abs. 1 Nr. 2 ZustVVerk die Regierungen von Oberbayern und Mittelfranken.
	Bauplanungsrecht: Nach § 38 BauGB sind die Zulässigkeitsregelungen der §§ 29 ff. BauGB nicht anwendbar.		
Wasserleitungen			
Wassernahversorgung	<i>Bauplanungsrechtlich</i> - Außenbereich § 35 Abs. 1 Nr. 3 BauGB - Innenbereich § 30 Abs. 1, § 9 Abs. 1 Nr. 13 BauGB; § 34 BauGB	Der Transport von Trink- und Brauchwasser in Wasserleitungen erfüllt für sich genommen noch keinen wasserrechtlichen Benutzungstatbestand.	
		Bauordnungsrechtlich sind Wasserleitungen verfahrensfreigestellt.	
		Ggf. straßenrechtliche Sondernutzungserlaubnis erforderlich	Zuständigkeit für straßenrechtliche Sondernutzungserlaubnis richtet sich nach Landesstraßenrecht, in BW ist etwa gem. § 16 Abs. 2 StrGBW die Straßenbaubehörde zuständig. Gem. § 50 StrGBW ist dies <ul style="list-style-type: none"> <li>- für Landstraßen entweder das Regierungspräsidium oder die Gemeinde, je nachdem, wer Straßenbaulastträger ist,</li> <li>- für Kreisstraßen die Landratsämter oder die Gemeinden, je nachdem, wer die Straßenbaulast trägt,</li> <li>- für Gemeindestraßen die Gemeinden,</li> <li>- ggf. abweichende Regelungen im Einzelfall nach § 50 Abs. 4 und 5.</li> </ul>

Infrastruktur	Vorgelagerte Planungen	Zulassungsverfahren	Zuständigkeit für Zulassung
Wasserfernleitungen		Planfeststellungsfähigkeit gem. § 65 Abs. 1 UVPG i. V. m. Nr. 19.8 Anlage 1 UVPG, sofern UVP-Pflicht gem. §§ 6-14 UVPG. Soweit nicht UVP-pflichtig, ist Plangenehmigung gem. § 65 Abs. 2 UVPG erforderlich, lediglich in unwesentlichen Fällen bedarf es auch dieser nicht.	Zuständigkeit etwa in NRW aufgrund § 4 ZustV Umweltschutz i. V. m. Anhang II Ziff. 7.2: örtlich zuständige Bezirksregierung; soweit eine Wasserfernleitung mehrere Regierungsbezirke betrifft, wird gem. § 5 ZustV Umweltschutz die zuständige Bezirksregierung als Planfeststellungsbehörde bestimmt. / Zuständigkeit in BW etwa bei den unteren Wasserbehörden, also bei Landkreisen und in Stadtkreisen den Gemeinden, §§ 80 Abs. 1, 2; 82 Abs. 1 LWG BW, § 15 LVwG BW.
		Soweit keine Plangenehmigung erforderlich, ggf. naturschutzrechtliche Genehmigung eines Eingriffs in Natur und Landschaft, soweit Außenbereich betroffen gem. § 17 Abs. 3 S. 1 BNatSchG (bzw. jeweiligem LNatSchG).	Naturschutzbehörden (kreisfreie Städte; Landkreise) konkretisieren Verpflichtungen nach §§ 13 ff. BNatSchG.
Abwasserleitungen	Bauplanungsrechtlich: - Innenbereich § 30 Abs. 1, § 9 Abs. 1 Nr. 13 BauGB; § 34 BauGB - Außenbereich § 35 Abs. 1 Nr. 3 BauGB	Die Abwasserleitung als solche und auch ihr Betrieb bedarf keiner wasserrechtlichen Genehmigung, da ein wasserrechtlicher Benutzungstatbestand erst etwa durch das Einleiten von Abwässern in ein Gewässer erfüllt wird.  Bauordnungsrechtlich sind Abwasserleitungen verfahrensfrei gestellt.	
		Ggf. naturschutzrechtliche oder straßenrechtliche Genehmigung erforderlich	Soweit naturschutz- oder straßenrechtliche Genehmigung erforderlich, sind die unteren Naturschutzbehörden (hierzu oben bei Mittelspannungsleitungen) bzw. die Straßenbaubehörden (hierzu unten bei Telekommunikationsleitungen) zuständig.
Fernwärmeleitungen	Bauplanungsrechtlich: - Außenbereich gem. § 35 Abs. 1 Nr. 3 BauGB	Planfeststellungsfähigkeit gem. § 65 Abs. 1 UVPG i. V. m. Ziff. 19.7 Anlage 1 UVPG, sofern UVP-Pflicht gem. §§ 6-14 UVPG	Zuständigkeit etwa in NRW aufgrund § 4 Zuständigkeitsverordnung Umweltschutz i. V. m. Anhang II Ziff. 7.7: örtlich zuständige Bezirksregie-

Infrastruktur	Vorgelagerte Planungen	Zulassungsverfahren	Zuständigkeit für Zulassung
	- Innenbereich gem. § 30 Abs. 1, § 9 Abs. 1 Nr. 13 BauGB, § 34 BauGB; ggf. § 14 Abs. 2 BauNVO	Soweit nicht planfeststellungsfähig, ist Plan- genehmigung gem. § 65 Abs. 2 UVPG erfor- derlich, lediglich in unwesentlichen Fällen be- darf es auch dieser nicht.	rung; soweit eine Fernwärmeleitung mehrere Re- gierungsbezirke betrifft, wird gem. § 5 ZustVO Umweltschutz die zuständige Bezirksregierung als Planfeststellungsbehörde bestimmt. In BaWü Re- gierungspräsidien gem. Art. 1 RohrZuVO.
		Soweit keine Plangenehmigung erforderlich, naturschutzrechtliche Genehmigung eines Eingriffs in Natur und Landschaft, soweit Au- ßenbereich betroffen gem. § 17 Abs. 3 S. 1 BNatSchG (bzw. jeweiligem LNatSchG)	Naturschutzbehörden (kreisfreie Städte; Land- kreise) konkretisieren Verpflichtungen nach §§ 13 ff. BNatSchG.
		Ggf. wasserrechtliche Anlagengenehmigung, § 36 WHG	Wasserrechtliche Anlagengenehmigung etwa nach § 28 LWG BW wird durch untere Wasserbehörde erteilt. Gem. § 80 LWG BW ist dies die untere Ver- waltungsbehörde als untere Wasserbehörde, d. h. in den Landkreisen die Landratsämter, in den Stadtkreisen die Gemeinden.
Gasleitungen (Erdgasleitungen so- wie Leitungen zum Befördern von verflüssigten bzw. nicht verflüssig- ten Gasen)		Planfeststellungsfähigkeit für Gasleitungen mit Durchmesser von mehr als 300 mm gem. § 43 EnWG.  Planfeststellungsfähigkeit gem. § 65 Abs. 1 UVPG i. V. m. Ziff. 19.4 bzw. 19.5 Anlage UVPG soweit keine Energieanlage i. S. d. EnWG (auch min. Durchmesser der Rohlei- tung von 300 mm)  Soweit nicht uvp-pflichtig, bedarf das Vorha- ben der Plangenehmigung, soweit nicht von unwesentlicher Bedeutung.	Zuständigkeit etwa in NRW aufgrund § 4 Zustän- digkeitsverordnung Umweltschutz i. V. m. An- hang II Ziff. 7.7: örtlich zuständige Bezirksregie- rung; soweit eine Fernwärmeleitung mehrere Re- gierungsbezirke betrifft, wird gem. § 5 ZustVO Umweltschutz die zuständige Bezirksregierung als Planfeststellungsbehörde bestimmt.
	Bauplanungsrechtlich: - Außenbereichsvorhaben § 35 Abs. 1 Nr. 3 BauGB	Naturschutzrechtliche Genehmigung eines Eingriffs in Natur und Landschaft, soweit Au- ßenbereich betroffen gem. § 17 Abs. 3 S. 1 BNatSchG (bzw. jeweiligem LNatSchG)	Soweit es sich um Anlage nach § 43 Abs. 1 S. 1 Nr. 2 EnWG handelt, sind ebenfalls die höheren Verwaltungsbehörden zuständig, vgl. etwa § 1 Abs. 1 EnWGZuVO BW (Zuständigkeit der Regie- rungspräsidien).

Infrastruktur	Vorgelagerte Planungen	Zulassungsverfahren	Zuständigkeit für Zulassung
	<p>- Innenbereich: § 30 Abs. 1 i. V. m. § 9 Abs. 1 Nr. 12 BauGB, § 34 BauGB; ggf. § 14 Abs. 2 BauNVO</p>		
		<p>Ggf. wasserrechtliche Anlagengenehmigung, § 36 WHG</p>	<p>Wasserrechtliche Anlagengenehmigung etwa nach § 28 LWG BW wird durch untere Wasserbehörde erteilt. Gem. § 80 LWG BW ist dies die untere Verwaltungsbehörde als untere Wasserbehörde, d. h. in den Landkreisen die Landratsämter, in den Stadtkreisen die Gemeinden.</p>
<p>Informations- und Kommunikationsleitungen</p>	<p>Bauplanungsrechtlich:                      - Außenbereich, § 35 Abs. 1 Nr. 3 BauGB                      - Innenbereich, § 9 Abs. 1 Nr. 13 BauGB, § 34 BauGB, ggf. § 14 Abs. 2 BauNVO</p>	<p>Regelmäßig nicht bauordnungsrechtlich genehmigungsbedürftig (etwa, weil LBauO nur auf Leitungen auf Baugrundstücken Anwendung finden (§ 1 Abs. 2 LBO BW) und auch dort keine Genehmigungspflicht besteht (z. B. gem. Ziff. 4 a) Anlage zu § 50 Abs. 1 LBO BW)</p>	
		<p>Soweit in Straßengrund verlegt, ist straßenrechtliche Sondernutzungserlaubnis erforderlich, z. B. gem. § 16 LStrG BW (für Verlegungsarbeiten; ggf. zusätzliche Zustimmungspflicht der Straßenbaubehörde notwendig) sowie eine privatrechtliche Erlaubnis für dauerhafte (nicht den Gemeingebrauch beeinträchtigende) Nutzung – für Telekommunikationsleitungen allerdings Vorrang § 68 TKG, der Sonderrecht des Bundes begründet, dass dieser gem. § 69 TKG übertragen kann.</p>	<p>Zuständigkeit für straßenrechtliche Sondernutzungserlaubnis richtet sich nach Landesstraßenrecht, in BW ist etwa gem. § 16 Abs. 2 StrG BW die Straßenbaubehörde zuständig. Gem. § 50 StrG BW ist dies</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- für Landstraßen entweder das Regierungspräsidium oder die Gemeinde, je nachdem, wer Straßenbaulastträger ist,</li> <li>- für Kreisstraßen die Landratsämter oder die Gemeinden, je nachdem, wer die Straßenbaulast trägt,</li> <li>- für Gemeindestraßen die Gemeinden,</li> <li>- ggf. abweichende Regelungen im Einzelfall nach § 50 Abs. 4 und 5 StrG BW.</li> </ul>

Quelle: Eigene Darstellung

## 5.4 Materielle Bündelungsfragen

Die materiellen Fragen der Bündelung leitungsgebundener Infrastrukturen lassen sich in die Themenkomplexe des Initiativrechts (5.4.1) sowie der staatlichen Einwirkungsmöglichkeiten auf Planungs- (5.4.2) und Zulassungsebene (5.4.3) gliedern.

### 5.4.1 Ausgangspunkt: Die Entscheidung für eine gebündelte Ausführung als Entscheidung des Vorhabenträgers

#### 5.4.1.1 Das Initiativrecht des Vorhabenträgers

Vorhabenträger jeglicher leitungsgebundener Infrastrukturen sind im Grundsatz darin frei zu entscheiden, ob, zu welchem Zeitpunkt und auf welche Weise eine Infrastrukturleitung realisiert werden soll.<sup>61</sup> Allgemein können die für die Zulassungsverfahren zuständigen Verwaltungsbehörden erst mit Eingang eines Zulassungsantrags tätig werden.<sup>62</sup> Es handelt sich hier um antragsgebundene Verwaltungsverfahren i. S. v. § 22 S. 2 Nr. 2 VwVfG. Das Antragsersfordernis entfaltet Sperrwirkung.<sup>63</sup> Eine Pflicht zur Antragsstellung gibt es in aller Regel nicht.<sup>64</sup> Insbesondere ergibt sich eine solche nicht aus vorhandenen raumplanerischen Ausweisungen, handelt es sich hierbei doch allein um Angebotsplanungen, die keine Pflicht zum Planvollzug erzeugen. Ausfluss der Dispositionsmaxime, welche in der Sperrwirkung des Antragsersfordernisses zum Ausdruck kommt, ist es zudem, dass der Antrag durch die Konkretisierung von Gegenstand und Ziel des Verfahrens auch den Verfahrensgegenstand festlegt und die Zulassungsbehörden hiervon grundsätzlich nicht abweichen können.<sup>65</sup> Ob ein gebündeltes Vorhaben zum Gegenstand einer Prüfung gemacht wird, entscheidet mithin im Grundsatz allein der Vorhabenträger. Mit der Wahl des Zeitpunkts hat er zudem maßgeblichen Einfluss darauf, ob eine anfängliche Bündelungsoption oder allein eine additive, zeitlich iterativ erfolgende Bündelung möglich ist.

Gleichwohl nimmt der Staat auf verschiedene Weisen Einfluss auf die Investitionsentscheidungen von Vorhabenträgern. Dabei beschränkt er sich zudem keineswegs allein auf die Modalitäten von Realisierung und Betrieb von Leitungsinfrastrukturen – hinsichtlich der die Einflussnahme gleichwohl am stärksten ausgebildet ist – vielmehr bleibt auch die Entscheidung über das „Ob“ und die dahinterstehende Bedarfsannahme des Vorhabenträgers sowie der Zeitpunkt der Umsetzung nicht unberührt.

Die weitestgehende Verrechtlichung kann insoweit in konkreten Netzausbaupflichten gesehen werden, wie sie die gegenwärtige Rechtsordnung allerdings nur punktuell für bestimmte leitungsgebundene Infrastrukturen kennt. Eine solche besteht etwa im Bereich des Stromnetzes nach § 11 Abs. 1 S. 1 EnWG.<sup>66</sup> Konkretisierung erfährt diese Verpflichtung durch die Festlegung von Anfangs- und Endpunkt konkreter Leitungsvorhaben im Rahmen der Netzentwicklungsplanung gem. §§ 12a ff. EnWG für Stromübertragungsnetze. Werden die vorgesehenen Maßnahmen von dem gem. § 12c Abs. 4 S. 3 EnWG bestimmten Übertragungsnetzbetreiber nicht umgesetzt, kann dieser hierzu im Wege der Anordnung durch die BNetzA angehalten werden (vgl. auch § 12 Abs. 2 S. 4 NABEG hinsichtlich der Durchführung des Planfeststellungsverfahrens), ggf. kann die

<sup>61</sup> Vgl. Pleiner, Überplanung von Infrastruktur, 2016, S. 161.

<sup>62</sup> Ramsauer, in: Kopp/Ramsauer, VwVfG, 18. Aufl. 2017, § 22 Rn. 27. Zur Möglichkeit der Heilung eines zunächst ohne Antrag begonnenen Verfahrens durch die spätere Antragstellung, § 45 Abs. 1 Nr. 1 VwVfG sowie Engel/Pfau, in: Mann/Sennekamp/Uechtritz, VwVfG, 2. Aufl. 2019, § 22 Rn. 43.

<sup>63</sup> Ramsauer, in: Kopp/Ramsauer, VwVfG, 18. Aufl. 2017, § 22 Rn. 27; Schmitz, in: Stelkens/Bonk/Sachs, VwVfG, 9. Aufl. 2018, § 22 Rn. 24; Engel/Pfau, in: Mann/Sennekamp/Uechtritz, VwVfG, 2. Aufl. 2019, § 22 Rn. 28, 43.

<sup>64</sup> Schmitz, in: Stelkens/Bonk/Sachs, VwVfG, 9. Aufl. 2018, § 22 Rn. 24. Zu Ausnahmen siehe §§ 6 S. 2, 12 Abs. 2 S. 4 NABEG.

<sup>65</sup> Engel/Pfau, in: Mann/Sennekamp/Uechtritz, VwVfG, 2. Aufl. 2019, § 22 Rn. 36.

<sup>66</sup> Tüngler, in: Kment, EnWG, 2. Aufl. 2019, § 11 Rn. 49 ff.; ausführlich Sailer, RdE 2016, 444 ff.

BNetzA die Durchführung einer Investition im Wege der Ausschreibung gar an Dritte vergeben.<sup>67</sup> Eine vergleichbare Konkretisierung der Netzausbaupflicht nach § 11 Abs. 1 EnWG findet noch für Gasübertragungsnetze statt.<sup>68</sup> Auch hier kann gem. § 15a Abs. 3 S. 6 EnWG die Verantwortlichkeit für konkrete Maßnahmen einem Betreiber zugewiesen werden. In diesen Fällen geht das Initiativrecht hinsichtlich des „Ob“ des Leitungsvorhabens mithin vollständig, hinsichtlich des Zeitpunkts weitestgehend und hinsichtlich der Ausgestaltung im Falle der konkretisierenden Netzentwicklungsplanung immerhin hinsichtlich Anfangs- und Endpunkt der Leitungen<sup>69</sup> auf die Regulierungsbehörde über. Gleichwohl darf auch hier nicht verkannt werden, dass der Netzentwicklungsplan und die in ihm vorgesehenen Maßnahmen ganz maßgeblich durch die Vorhabenträger selbst bestimmt werden<sup>70</sup> und zudem der für die Trassierung und damit auch die Bündelungsfrage maßgebliche Schritt der Planfeststellung weiterhin durch den verfahrenseinleitenden Antrag der Vorhabenträger bestimmt bleibt.

Soweit weitere Netzausbaupflichten bestehen, bleiben diese hinsichtlich des Konkretisierungsgrades deutlich hinter den vorgenannten Pflichten zurück. Im selben Maße verbleibt das Initiativrecht hier noch weitergehend bei den Vorhabenträgern. Solcherlei Netzausbaupflichten, die nicht – wie im Falle der Übertragungsnetze – durch staatlich überformte Netzentwicklungsplanung konkretisiert werden, finden sich für das Elektrizitätsverteilnetz in den § 11 Abs. 1 S. 1 EnWG, § 12 EEG sowie für das Gasverteilnetz in § 11 Abs. 1 EnWG.

Neben konkreten Netzausbaupflichten existieren zudem hinsichtlich weiterer leitungsgebundener Infrastrukturen gesetzliche Regelungen, die sich auf die Entscheidungsbildung von Vorhabenträgern hinsichtlich des Bedarfs von Leitungsvorhaben auswirken, sich jedoch anders als im vorgenannten Bereich der Energieleitungsinfrastruktur nicht zu konkreten Ausbaupflichten oder gar -ansprüchen verdichten. Das Initiativrecht des Vorhabenträgers bezüglich des konkreten Vorhabens und des Zeitpunkts seiner Realisierung lassen diese ebenso unberührt. Dies gilt im Strom- und Gasbereich sowohl für die Regulierung des Netzanschlusses und des Netzzugangs auch solcher Infrastrukturen, die keiner formellen Bedarfsplanung unterliegen, da dies die notwendige Dimensionierung von Leitungen betrifft, als auch im Bereich der Wasserinfrastruktur für die Regelungen zur Wasserversorgungs-<sup>71</sup> und Abwasserbeseitigungspflicht,<sup>72</sup> deren Erfüllung den Bau von Wasserleitungen bzw. in vielen Fällen den Ausbau einer öffentlichen Kanalisation bedingt.

Unberührt bleibt das Initiativrecht der Vorhabenträger auch durch Regelungen, die allein einen Anreiz zum Ausbau von Leitungsinfrastrukturen setzen. Hierher gehören zum einen Regelungen des Anschluss- und Nutzungszwangs, wie sie die Gemeindeordnungen der Länder sowie § 16 EEWärmeG für Fernwärmenetze vorsehen, und zum anderen Finanzierungsmechanismen, die eine Refinanzierung der Infrastrukturen unter bestimmten Voraussetzungen außerhalb des normalen Wettbewerbs ermöglichen.

<sup>67</sup> *Tüngler*, in: Kment, EnWG, 2. Aufl. 2019, § 11 Rn. 65; *Pleiner*, Überplanung von Infrastruktur, 2016, S. 169; *Schmitt*, Die Bedarfsplanung von Infrastrukturen als Regulierungsinstrument, 2015, S. 182.

<sup>68</sup> Zur subjektiv-rechtlichen Wendung dieser Pflicht vgl. § 39 Abs. 1 GasNZV.

<sup>69</sup> Vgl. *Posser*, in: Kment, EnWG, 2. Aufl. 2019, § 12b Rn. 20; *Parakenings*, in: Elspas/Graßmann/Rasbach, EnWG, 2018, § 12b Rn. 6.

<sup>70</sup> Siehe *Grüner/Sailer*, ZNER 2016, 122, 129.

<sup>71</sup> § 44 Abs. 4 LWG BW i. V. m. § 50 WHG.

<sup>72</sup> Siehe nur § 46 LWG BW i. V. m. § 56 WHG.

Da – wie bereits ausgeführt – auch aus den raumplanerischen Vorgaben keine konkreten Ausbaupflichten erwachsen, sie vielmehr allein eine Angebotsplanung darstellen, lassen auch sie das Initiativrecht der Vorhabenträger unberührt.<sup>73</sup>

Auch nach erteilter Genehmigung besteht schließlich keine Verpflichtung des Vorhabenträgers, von dieser auch Gebrauch zu machen, sodass auch insoweit das Initiativrecht für die Realisierung des Vorhabens beim Vorhabenträger verbleibt. In der Regel sieht das Gesetz jedoch Höchstfristen für ein Gebrauchmachen von der Genehmigung und ein Erlöschen der Genehmigung im Falle der nicht rechtzeitigen Ausnutzung vor.<sup>74</sup>

#### 5.4.1.2 Zwischenergebnis

Das Initiativrecht hinsichtlich der Realisierung gerade auch gebündelter Leitungsvorhaben liegt bei den Vorhabenträgern. Dies bleibt auch nach Genehmigungserteilung der Fall. Selbst dort, wo staatliche Regelungen eine Netzausbaupflicht vorsehen und diese gar eine Konkretisierung im Rahmen einer Netzentwicklungsplanung erfahren, reicht die Konkretisierung allein bis zur Festlegung eines Anfangs- und eines Endpunktes einer Leitung. Ihre Trassierung, und damit auch die Entscheidung über eine gebündelte Führung mit anderen Infrastrukturen, bleibt den Zulassungsverfahren vorbehalten, in denen die Zulassungsbehörden im Grundsatz an den Antrag des Vorhabenträgers gebunden sind.

#### 5.4.2 Staatliche Einwirkung auf vorgelagerten Planungsebenen

Wenn auch die Zulassungsbehörden im Rahmen von fachplanerischen und einfachen Zulassungsverfahren entsprechend der Dispositionsmaxime an den Antrag des Vorhabenträgers gebunden sind, so haben sie doch die Übereinstimmung der Vorhaben gerade auch mit den Vorgaben vorgelagerter Planungsebenen als Voraussetzung der Vorhabenzulassung festzustellen.<sup>75</sup> Der auch insoweit bestehende Kontrollvorbehalt sichert verfahrensrechtlich die Einhaltung der außenwirksamen planungsrechtlichen Vorgaben ab. An diese sind Vorhabenträger gebunden. Die Bindungswirkung planungsrechtlicher Vorgaben eröffnet Einwirkungsmöglichkeiten vorgelagerter Planungsebenen gerade auch auf die Trassierung leitungsgebundener Infrastrukturen. Im Folgenden ist darzustellen, inwieweit auf diese Weise gerade auch auf eine Ausführung als gebündelte Vorhaben hingewirkt werden kann.

##### 5.4.2.1 Raumplanerische Trassierung

Bei den Grundsätzen für die Trassierung leitungsgebundener Infrastrukturen<sup>76</sup> kann zwischen Bündelungsgrundsätzen einerseits und Trennungsgeboten als Bündelungsverbote andererseits unterschieden werden. Sie haben gemein, dass es sich bei ihnen um Planungsleitlinien handelt, die Gegenstand der Abwägung sind. Sie können sich damit in den schlussendlichen Festlegungen der Raumordnung bzw. Darstellungen und Festsetzungen der Bauleitplanung niederschlagen, können aber auch im Rahmen der Abwägung zugunsten gewichtigerer privater oder öffentlicher Belange überwunden werden.

<sup>73</sup> Hierzu bereits oben unter 5.4.1.1.

<sup>74</sup> Siehe etwa § 62 Abs. 1 LBO BW, wonach die Genehmigung grundsätzlich erlischt, wenn nicht innerhalb von drei Jahren nach Erteilung der Genehmigung mit der Bauausführung begonnen wird. Siehe zudem § 18 BImSchG; §§ 75 Abs. 4, 77 VwVfG; § 43c Nr. 1 EnWG; § 17 Abs. 9 BNatSchG.

<sup>75</sup> Für Vorhabenzulassungen im bauordnungsrechtlichen Verfahren finden sich entsprechende Regelungen in den Bauordnungen der Länder, siehe nur § 58 Abs. 1 LBO BW.

<sup>76</sup> Allein für den Schritt der Grobkorridorfindung sowie die Identifizierung von Trassenkorridoren – nicht also den genauen Leitungsverlauf – wird der Begriff der Trassierung verwendet bei *Leidinger*, Planungsrechtliche Grundsätze bei der Trassierung von Übertragungs- und Verteilnetzen, DVBl 2013, 949 ff.



## Bündelungsgrundsätze

§ 2 Abs. 2 Nr. 2 S. 4-6, Nr. 6 S. 2, 3 ROG

Relevante Grundsätze der Raumordnung finden sich nicht allein im bundesrechtlichen ROG (§ 2 Abs. 2 Nr. 2 S. 4-6, Nr. 6 S. 2, 3), sondern können sich auch in anderen Bundesgesetzen (bspw. § 1 Abs. 5 BNatSchG<sup>77</sup>), aber auch im Landesrecht (Landesplanungsgesetze, Landesnaturschutzgesetze) oder als raumordnungsplanerischer Grundsatz in einzelnen Planwerken finden. Eine abschließende gesetzliche Aufzählung existiert insoweit nicht.<sup>78</sup> Sie sind im Lichte der raumordnerischen Leitvorstellung einer nachhaltigen Raumentwicklung i. S. v. § 1 Abs. 2 ROG anzuwenden<sup>79</sup> und auf die jeweilige Planungssituation hin zu konkretisieren.

§ 2 Abs. 2 Nr. 2 ROG enthält in den Sätzen 4-6 einen allgemeinen Strukturgrundsatz des Raumordnungsrechts zum Schutz der prägenden Vielfalt des Gesamtraums sowie seiner Teilräume, insbesondere noch vorhandener Freiräume und bislang unzerschnittener Landschaften. Der Grundsatz lautet: *„Siedlungstätigkeit ist räumlich zu konzentrieren, sie ist vorrangig auf vorhandene Siedlungen mit ausreichender Infrastruktur und auf zentrale Orte auszurichten. Der Freiraum ist durch übergreifende Freiraum-, Siedlungs- und weitere Fachplanungen zu schützen; es ist ein großräumig übergreifendes, ökologisch wirksames Freiraumverbundsystem zu schaffen. Die weitere Zerschneidung der freien Landschaft und von Waldflächen ist dabei so weit wie möglich zu vermeiden; die Flächeninanspruchnahme im Freiraum ist zu begrenzen.“* Der Grundsatz enthält zwar kein ausdrückliches Bündelungsgebot, wohl aber in S. 6 ein Gebot der Vermeidung der Zerschneidung von Offen- und Waldlandschaften sowie ein Begrenzungsgebot i. S. e. Minimierung der Flächeninanspruchnahme.<sup>80</sup> Neben dem ökologisch motivierten Freiraumschutz wird hiermit auch eine effiziente Allokation von Infrastruktur bezweckt.<sup>81</sup> Die Bündelung von Infrastrukturen steht hierzu in einem dienenden Verhältnis und kann bei der Erfüllung der vorgenannten Gebote helfen. Insoweit muss die Möglichkeit der Bündelung auch zum Gegenstand der Abwägung gemacht werden<sup>82</sup> und kann (muss aber nicht) auch im Ergebnis im Rahmen der geforderten übergreifenden Freiraum-, Siedlungs- und weiteren Fachplanungen und schließlich auch in der Raumordnungsplanung (und auch der Bauleitplanung<sup>83</sup>) Berücksichtigung finden.

Zu nennen sind ebenfalls die eng mit § 2 Abs. 2 Nr. 2 ROG in Verbindung stehenden Grundsätze zum Schutz des Raums in seinen zahlreichen Bedeutungen gem. § 2 Abs. 2 Nr. 6 S. 2 und 3 ROG. Danach sind bei der Gestaltung räumlicher Nutzungen Naturgüter sparsam und schonend in Anspruch zu nehmen, die erstmalige Flächeninanspruchnahme zu verringern. Auch hieraus lassen sich ein implizites Bündelungsgebot sowie das Gebot der Nutzung bestehender Trassen für leitungsgebundene Infrastrukturen entnehmen.<sup>84</sup>

<sup>77</sup> Selbst wenn man hierin keinen Grundsatz der Raumordnung erblickt, sind die Maßgaben doch wie ein solcher zu berücksichtigen, vgl. *Kümper*, in: Kment, ROG 2019, § 2 Rn. 31, 46. Zur instrumentellen Umsetzung des Ziels durch die Raumordnung *Mengel*, in: Frenz/Müggenborg, BNatSchG, 2. Aufl. 2016, § 1 Rn. 92.

<sup>78</sup> *Kümper*, in: Kment, ROG 2019, § 2 Rn. 29.

<sup>79</sup> Die Bedeutung dessen ist allerdings aufgrund des hohen Abstraktionsgrades des Gebotes gering, *Kümper*, in: Kment, ROG 2019, § 2 Rn. 38; zu möglichen Anwendungsfällen *Spannowsky*, in: Ders./Runkel/Goppel, ROG, 2. Aufl. 2018, § 2 Rn. 17.

<sup>80</sup> *Spannowsky*, in: Ders./Runkel/Goppel, ROG, 2. Aufl. 2018, § 2 Rn. 63.

<sup>81</sup> *Kümper*, in: Kment, ROG 2019, § 2 Rn. 52.

<sup>82</sup> Vgl. § 3 Abs. 1 Nr. 3 ROG sowie § 4 Abs. 1 S. 1 ROG und hierzu *Kümper*, in: Kment, ROG 2019, § 2 Rn. 30, 33.

<sup>83</sup> *Kümper*, in: Kment, ROG 2019, § 2 Rn. 51.

<sup>84</sup> *Leidinger*, Planungsrechtliche Grundsätze bei der Trassierung von Übertragungs- und Verteilnetzen, DVBl 2013, 949 (950); zum Gebot der Nutzung vorhandener Trassen siehe auch BVerwG, Urt. v. 15.12.2016 – 4 A 4/15, juris Rn. 40; OVG Münster, Urt. v. 4.9.2017 – 11 D 14/14.AK, juris Rn. 176 ff. mit Verweis auf einen entsprechenden Trassierungsgrundsatz LEP NRW von 1995.

Mit den vorstehend aufgeführten Grundsätzen wird der Ausbau linienförmiger Infrastrukturen gleichwohl nicht unter Vorbehalt gestellt. Auch deren Ausbau stellt nämlich einen raumordnerischen Belang dar. § 2 Abs. 2 Nr. 3 S. 1, Nr. 4 S. 5 ROG formulieren insoweit, dass die Versorgung mit Infrastrukturen der Daseinsvorsorge, der Wasser – und Elektrizitäts-,<sup>85</sup> aber auch der Telekommunikationsinfrastruktur in allen Teilräumen in angemessener Weise zu gewährleisten sowie den räumlichen Erfordernissen auch des Ausbaus von Energienetzen Rechnung zu tragen ist. Diese zu den vorstehenden in einem Spannungsverhältnis stehenden Grundsätze führen zu der für die Raumordnung typischen Notwendigkeit, verschiedene konfligierende Belange miteinander in Ausgleich zu bringen<sup>86</sup> und etwa durch Festlegungen nach § 13 Abs. 5 S. 1 Nr. 3 b) ROG zu den zu sichernden Standorten und Trassen der Ver- und Entsorgungsinfrastruktur einschließlich Energieleitungen und -anlagen räumlich miteinander zu koordinieren.

*§ 1 Abs. 5 BNatSchG*

Eine ausdrückliche Normierung des Bündelungsgrundsatzes findet sich in § 1 Abs. 5 S. 3 BNatSchG. Auch hier steht die Regelung im Zusammenhang mit dem Ziel, weitgehend unzerschnittene Landschaftsräume vor weiterer Zerschneidung zu bewahren. Danach sollen „Verkehrswege, Energieleitungen und ähnliche Vorhaben“ „landschaftsgerecht geführt, gestaltet und so gebündelt werden, dass die Zerschneidung und die Inanspruchnahme der Landschaft sowie Beeinträchtigungen des Naturhaushalts vermieden oder so gering wie möglich gehalten werden“.

§ 1 Abs. 5 BNatSchG stellt eine Konkretisierung der selbst nicht vollzugsfähigen und mithin keine unmittelbare Wirkung gegenüber Dritten entfaltenden Zielnorm des § 1 Abs. 1 BNatSchG dar.<sup>87</sup> Mit der Bewahrung der Unzerschnitttheit der Landschaft wird in Absatz 5 ein Querschnittsanliegen behandelt, dass auf mehrere der Ziele des Absatzes 1 bezogen ist.<sup>88</sup> Während Absatz 5 Satz 1 allgemein einen Schutz vor der Zerschneidung von Landschaftsräumen<sup>89</sup> anordnet, spezifizieren die Sätze 2 und 3 die Umsetzung des Schutzes. Satz 2 regelt einen Vorrang der Inanspruchnahme von Flächen im Innenbereich und soll so der Inanspruchnahme bislang unbebauter Flächen entgegenwirken. Seine Rechtfertigung trägt dies im sog. Vorbelastungsgrundsatz.<sup>90</sup> Soweit gleichwohl Außenbereichsflächen in Anspruch genommen werden, ordnet Satz 3 die landschaftsgerechte Führung und Gestaltung von Infrastrukturen an. Beispielhaft genannt werden linienförmige Verkehrswege und Energieleitungen. Deren Bündelung soll zu einer Minimierung von Landschaftszerschneidung, Flächenverbrauch und Beeinträchtigungen des Naturhaushalts führen.<sup>91</sup>

Die Rechtsprechung hat in der Vergangenheit die gebündelte Ausführung von Infrastrukturen regelmäßig als weniger belastende Variante für Natur und Landschaft betrachtet.<sup>92</sup> Nach dem sog. Vorbelastungsgrundsatz wiegt eine zusätzliche Belastung bereits betroffener Güter wegen ihrer bereits verringerten Schutzwürdigkeit regelmäßig weniger schwer als eine neue Belastung bislang nicht Betroffener, wenn die zusätzliche Belastung geringer ist als die Neubelastung.<sup>93</sup> Bereits in der Formulierung dieses Grundsatzes ist aber auch der Hinweis enthalten, dass eine

<sup>85</sup> *Kümper*, in: *Kment*, ROG 2019, § 2 Rn. 54.

<sup>86</sup> *Kümper*, in: *Kment*, ROG 2019, § 2 Rn. 47.

<sup>87</sup> *Schumacher/Schumacher*, in: *Schumacher/Fischer-Hüftle*, BNatSchG, 2. Aufl. 2011, § 1 Rn. 3.

<sup>88</sup> *Schumacher/Schumacher*, in: *Schumacher/Fischer-Hüftle*, BNatSchG, 2. Aufl. 2011, § 1 Rn. 4.

<sup>89</sup> Zu den Schwierigkeiten der Begriffsbestimmung *Mengel*, in: *Frenz/Müggenborg*, BNatSchG, 2. Aufl. 2016, § 1 Rn. 91.

<sup>90</sup> *Leidinger*, DVBl 2013, 949 (950); BVerwG, Urt. v. 15.12.2016 – 4 A 4/15, juris Rn. 35.

<sup>91</sup> *Schumacher/Schumacher*, in: *Schumacher/Fischer-Hüftle*, BNatSchG, 2. Aufl. 2011, § 1 Rn. 162 f.

<sup>92</sup> BVerwG, Beschl. v. 15.9.1995 – 11 VR 16.95 = NuR 1996, 143.

<sup>93</sup> *Leidinger*, DVBl 2013, 949 (950, 951); BVerwG, Urt. v. 15.12.2016 – 4 A 4/15, juris Rn. 35.

Bündelung von Vorhaben auch zu einer Verstärkung belastender Faktoren wie der Barrierewirkung führen kann. Ob eine gebündelte Ausführung daher tatsächlich die insgesamt am wenigsten belastende ist, bedarf deshalb der Prüfung und Abwägung im Einzelfall.<sup>94</sup> In diesem Rahmen ist das Gebot des § 1 Abs. 5 S. 3 BNatSchG – je nach Verständnis – als Abwägungsbelang bzw. als Optimierungsgebot zu berücksichtigen.<sup>95</sup>

*§ 1a Abs. 2 BauGB; § 35 Abs. 5 S. 1 BauGB*

§ 1a Abs. 2 S. 1 BauGB enthält zudem mit der sog. Bodenschutzklausel einen Abwägungsgrundsatz der Bauleitplanung zum sparsamen und schonenden Umgang mit Grund und Boden und zur Verringerung der zusätzlichen Inanspruchnahme von Flächen für bauliche Nutzungen. Dieser gilt auch bei der bauleitplanerischen Ausweisung von Flächen für leitungsgebundene Infrastrukturen und kann im Einzelfall für deren Bündelung streiten. Auch dieser Abwägungsbelang muss bei entsprechendem Gewicht gegenläufiger privater oder öffentlicher Belange aber zurücktreten.<sup>96</sup> Kodifikationsintern setzt die Bodenschutzklausel das Ziel des § 1 Abs. 5 S. 2 BauGB mit um, die natürlichen Lebensgrundlagen zu schützen und zu entwickeln.<sup>97</sup> Für den Außenbereich, für den der gesetzliche Planersatz des § 35 BauGB gilt, enthält dessen Absatz 5 S. 1 eine eigene Bodenschutzklausel. Mit Blick auf das Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG) handelt es sich um abschließende Regelungen für die Bauleitplanung, auf welche das BBodSchG nach seinem § 3 Abs. 1 Nr. 9 keine Anwendung findet. Im Verhältnis zu § 1 Abs. 5 BNatSchG stellt § 1a BauGB eine Konkretisierung dar. Insbesondere der Grundsatz des Vorrangs der Inanspruchnahme von Innenbereichsflächen gegenüber dem Außenbereich, wie er in § 1 Abs. 5 S. 2 BNatSchG enthalten ist, findet in den §§ 1a Abs. 1 Hs. 2, 1 Abs. 5 S. 3 BauGB seine Reformulierung für die Bauleitplanung.<sup>98</sup>

*§ 1a Abs. 3 BauGB*

§ 1a Abs. 3 S. 1 BauGB integriert die naturschutzrechtliche Eingriffsregelung der §§ 13 ff. BNatSchG in die bauleitplanerische Planaufstellung, konkret die bauleitplanerische Abwägung nach § 1 Abs. 7 BauGB. Damit ist in der Abwägung auch ein städtebauliches Vermeidungsgebot zu berücksichtigen. Dieses fordert hier nicht anders als nach § 15 Abs. 1 S. 1 BNatSchG, dass vermeidbare Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft zu unterlassen sind. Nach § 15 Abs. 1 S. 2 BNatSchG wird dies dahingehend konkretisiert, dass Beeinträchtigungen dann vermeidbar sind, „wenn zumutbare Alternativen, den mit dem Eingriff verfolgten Zweck am gleichen Ort ohne oder mit geringeren Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft zu erreichen, gegeben sind.“ Klar ist damit, dass das Vermeidungsgebot keine Vermeidung im naturwissenschaftlichen Sinne meint, was stets durch einen Verzicht auf die Planung insgesamt möglich wäre (sog. Nullvariante).<sup>99</sup> In der bauleitplanerischen Abwägung ist gleichwohl unter Berücksichtigung des Gewichts der durch die Planung unvermeidbar betroffenen naturschutzrechtlichen Belange und nicht zu kompensierenden Folgen auch eine Entscheidung über das „Ob“ der Planung zu treffen. Dies entspricht der nach § 15 Abs. 5 BNatSchG zu treffenden Abwägungsentscheidung.<sup>100</sup> Ist die

<sup>94</sup> Schumacher/Schumacher, in: Schumacher/Fischer-Hüftle, BNatSchG, 2. Aufl. 2011, § 1 Rn. 163; Mengel, in: Frenz/Müggendorf, BNatSchG, 2. Aufl. 2016, § 1 Rn. 96; Leidinger, DVBl 2013, 949 (951).

<sup>95</sup> Pleiner, Überplanung von Infrastruktur, 2016, S. 254.

<sup>96</sup> Battis, in: Ders./Krautzberger/Löhr, BauGB, 13. Aufl. 2016, § 1a Rn. 5.

<sup>97</sup> Battis, in: Ders./Krautzberger/Löhr, BauGB, 13. Aufl. 2016, § 1a Rn. 2.

<sup>98</sup> Vgl. Kerkmann, in: Schlacke, GK-BNatSchG, 2. Aufl. 2017, § 1 Rn. 29; A. Schumacher/J. Schumacher, in: Schumacher/Fischer-Hüftle, Bundesnaturschutzgesetz, 2. Aufl. 2011, § 1 Rn. 159.

<sup>99</sup> Gierke, in: Brügelmann, BauGB, 111 EL 2019, § 1a Rn. 100; Kerkmann/Koch, in: Schlacke, BNatSchG, 2. Aufl. 2017, § 15 Rn. 5.

<sup>100</sup> Vgl. Lütkes, in: Lütkes/Ewer, BNatSchG, 2. Aufl. 2018, § 18 Rn. 12 f.

Planung jedoch im Grundsatz trotz unvermeidbarer Eingriffsfolgen zulässig, so stellt das Vermeidungsgebot auch die Standortwahl nicht in Frage. Dieses ist vielmehr auf eine Minimierung der Eingriffsfolgen „am gleichen Ort“ gerichtet und beschränkt.<sup>101</sup> Hier geht es mithin nicht um Standortalternativen, sondern Konzeptalternativen zur Verwirklichung des Vorhabens am selben Ort. Insoweit kann aus dem Vermeidungsgebot selbst auch keine Pflicht entnommen werden, bei der bauleitplanerischen Behandlung von Leitungsvorhaben deren gebündelte Ausführung ihrer räumlich getrennten Realisierung vorzuziehen. Dies wäre jedenfalls mit einem veränderten Trassenverlauf einer der Leitungen verbunden und zielte deshalb nicht mehr auf eine Minimierung der Folgen am gleichen, sondern auf das völlige Unterbleiben eines Eingriffs an einem bei gleichzeitiger Erhöhung der Eingriffsfolgen an einem anderen Ort ab. Ein solcher Variantenvergleich, der für eine Minimierung der Folgen für Natur und Landschaft einen Blick über den konkreten Standort hinaus verlangt, ergibt sich danach zwar nicht aus dem bauleitplanerischen Vermeidungsgebot, wohl aber bereits aus dem Abwägungsgebot des § 1 Abs. 7 BauGB selbst.<sup>102</sup> Dieses verpflichtet jedenfalls zur Ermittlung und Bewertung naheliegender, d. h. vernünftiger Planungsalternativen.<sup>103</sup>

### *Trennungsgebote als Bündelungsverbote*

Neben den vorgenannten Planungsleitlinien, die in Richtung einer Bündelung weisen können, jedoch im Einzelfall zu konkretisieren und Gegenstand der Abwägung sind, finden sich im geltenden Recht auch Planungsleitlinien, die sich als Trennungsgebote und damit als Bündelungsverbote beschreiben lassen.

#### *§ 50 BImSchG und Trennungsgebote des Rechts der Gesamtplanungen*

Hierfür kommen zunächst all jene Vorschriften in Frage, die der raumplanerischen Berücksichtigung des Immissions- und Störfallschutzes dienen. Neben den planungsebenenspezifischen Vorschriften der § 1 Abs. 6 Nr. 7 lit. c, d BauGB sowie § 2 Abs. 2 Nr. 6 S. 6 ROG ist hier auch § 50 BImSchG zu nennen, dem vor allen Dingen die Aufgabe zukommt, das Gewicht des Immissionsschutzes in den Raumplanungen zu erhöhen.<sup>104</sup>

§ 50 S. 1 BImSchG enthält ein Trennungsgebot für bestimmte, miteinander unvereinbare räumliche Nutzungen.<sup>105</sup> Die Vorschrift wirkt als Planungsleitlinie in raumbedeutsamen Gesamtplanungen, d. h. Raumordnungs- und Bauleitplanungen und auch in Planfeststellungen, welche die zuständigen Planungsträger und Zulassungsbehörden zu vorsorgebezogenem planerischen Immissionsschutz verpflichten<sup>106</sup> und dem Abwägungsbelang von Gesetzes wegen ein erhöhtes Gewicht zuweist.<sup>107</sup> Ziel ist es, so weit wie möglich schädliche Umwelteinwirkungen (immissionsbezogener Schutz) oder Auswirkungen von schweren Unfällen i. S. d. Art. 3 Nr. 13 RL 2012/18/EU (störfallbezogener Schutz) einer Raumnutzung auf andere schutzbedürftige Raumnutzungen zu vermeiden.<sup>108</sup> Zu diesem Zweck sind die für die Nutzungen vorgesehenen Flächen in erster Linie mit entsprechend großen Abständen einander räumlich zuzuordnen oder aber

<sup>101</sup> Gellermann, in: Schrödter, BauGB, 9. Aufl. 2019, § 1a Rn. 61; Gierke, in: Brügelmann, BauGB, 111 EL 2019, § 1a Rn. 100.

<sup>102</sup> Gellermann, in: Schrödter, BauGB, 9. Aufl. 2019, § 1a Rn. 61; als Anforderung der städtebaulichen Eingriffsregelung sieht dies dagegen Gierke, in: Brügelmann, BauGB, 111. Lfg. 2019, § 1a Rn. 193.

<sup>103</sup> Stüer, Handbuch des Bau- und Fachplanungsrechts, 5. Aufl. 2015, Rn. 1776; Gierke, in: Brügelmann, BauGB, 111. Lfg. 2019, § 1a Rn. 193.

<sup>104</sup> Schoen, in: Landmann/Rohmer, UmwR, Bd. III, Stand: 89. EL 2019, § 50 BImSchG Rn. 57.

<sup>105</sup> BVerwG, Urt. v. 20.12.2012 – 4 C 11/11, juris Rn. 26; Jarass, BImSchG, 12. Aufl. 2017, § 50 Rn. 1.

<sup>106</sup> Jarass, BImSchG, 12. Aufl. 2017, § 50 Rn. 5 f. und 9.

<sup>107</sup> Schoen, in: Landmann/Rohmer, UmwR, Bd. III, Stand: 89. EL 2019, § 50 BImSchG Rn. 30, 49.

<sup>108</sup> Jarass, BImSchG, 12. Aufl. 2017, § 50 Rn. 1.

immissionsbegrenzende Festlegungen, Darstellungen und Festsetzungen zu treffen. Auf entsprechende planerische Koordination zielen auf Bauleitplanungsebene auch § 1 Abs. 6 Nr. 7 lit. c, d BauGB ab, wonach bei der Aufstellung der Bauleitpläne u. a. die umweltbezogenen Auswirkungen auf den Menschen, die Kulturgüter und sonstige Sachgüter zu berücksichtigen sind. Gem. dem Grundsatz der Raumordnung nach § 2 Abs. 2 Nr. 6 S. 6 ROG werden die Träger der Raumordnung mit vergleichbarer Zielrichtung darauf verpflichtet, den Schutz der Allgemeinheit vor Lärm und die Reinhaltung der Luft sicherzustellen.

Ihrem sachlichen Anwendungsbereich nach beziehen sich die vorgenannten Planungsleitlinien primär allerdings nicht auf die Konstellationen, wie sie in INTEGRIS von Interesse sind. In erster Linie geht es um den Schutz von Menschen (unmittelbar von Wohnnutzungen) vor den schädlichen Umwelteinwirkungen bestimmter Raumnutzungen. Konstellationen, in denen bestimmte Infrastrukturen vor schädlichen Auswirkungen anderer Infrastrukturen geschützt werden sollen, werden nur im Einzelfall erfasst, etwa wenn § 50 S. 1 BImSchG „wichtige Verkehrswege“<sup>109</sup> und „öffentlich genutzte Flächen“ als schutzwürdige Gebiete einschließen. Ein Verbot für die Bündelung der vorliegend betrachteten leitungsgebundenen Infrastrukturen folgt daraus also grundsätzlich nicht. Dies kann lediglich im Einzelfall resultieren, wenn gerade durch die Bündelung leitungsgebundener Infrastrukturen Immissionen von einer Art und einem Umfang entstehen, dass diese sich auf erfasste angrenzende Raumnutzungen in Form schädlicher Umwelteinwirkungen auswirken. In diesem Fall folgte aus den vorstehenden Geboten, dass eine gebündelte Führung von Leitungen vorbehaltlich überwiegender Belange entweder räumlich getrennt von der schutzwürdigen Raumnutzung stattfinden oder aber die Bündelung der Leitungsvorhaben unterbleiben und damit die Kumulation ihrer Umwelteinwirkungen vermieden werden muss.

Ebenfalls allein im Einzelfall kann sich ein Trennungsgebot für leitungsgebundene Infrastrukturen aus den allgemeinen Vorschriften über die Abwägung nach § 1 Abs. 7 BauGB bzw. § 7 Abs. 2 S. 1 ROG ergeben. Städtebaulich bzw. raumordnerisch relevante Erwägungen, die für eine Trennung von Infrastrukturleitungen sprechen, können hier auch dann Berücksichtigung finden, wenn sie sich den explizit aufgeführten Abwägungsleitlinien nicht zuordnen lassen. In diesem Rahmen ist auch das Interesse privater Vorhabenträger berücksichtigungsfähig nicht den ggf. vorhandenen individuellen wirtschaftlichen Mehrbelastungen durch Bündelungsvorgaben ausgesetzt zu sein.

#### § 2 Abs. 2 Nr. 3 S. 4 ROG (KRITIS)

Explizit der Vorsorge von Schäden an bedeutsamen Infrastrukturen gewidmet ist aber der raumordnerische sog. KRITIS-Grundsatz in § 2 Abs. 2 Nr. 3 S. 4 ROG, wonach dem Schutz sog. kritischer Infrastrukturen Rechnung zu tragen ist. Unter kritischen Infrastrukturen werden solche Einrichtungen verstanden, deren Ausfall aufgrund ihrer Bedeutung für die öffentliche Versorgung zu erheblichen Beeinträchtigungen bis hin zu Versorgungsengpässen und damit auch Gefahren für die öffentliche Sicherheit führen kann.<sup>110</sup> Hierzu gehören u. a. auch die im Rahmen von INTEGRIS betrachteten Infrastrukturen der Strom- und Wasser- sowie der Informations- und Telekommunikationsinfrastruktur.<sup>111</sup>

<sup>109</sup> Hierunter werden insbesondere überörtlich bedeutsame Straßen, Schienenwege und Wasserstraßen gefasst, *Winkel/Schulze-Fielitz*, in: Führ, GK-BImSchG, 2. Aufl. 2019, § 50 Rn. 53.

<sup>110</sup> *Spannowsky*, in: Spannowsky/Runkel/Goppel, ROG, 2. Aufl. 2018, § 2 Rn. 87 unter Verweis auf die Definition des Bundesamts für Sicherheit in der Informationstechnik, abrufbar unter [www.bsi.bund.de](http://www.bsi.bund.de), zuletzt abgerufen am 22.6.2020. Siehe auch *Weiland/Wüstneck/Lichte/Scholles*, vvp-report, 2016, 159 (166). Siehe auch die Definition in § 17 Abs. 1 S. 2 Nr. 3 ZSKG: „Infrastrukturen, bei deren Ausfall die Versorgung der Bevölkerung erheblich beeinträchtigt wird“ sowie die Erläuterung in der Gesetzesbegründung zu § 2 Abs. 2 Nr. 3 S. 4 ROG in BT-Drs. 16/10292, S. 21 und hierzu *Guckelberger*, DVBl 2019, 525 (528).

<sup>111</sup> *Kümper*, in: Kment, ROG, 2019, § 2 Rn. 57.

Der Grundsatz des Schutzes kritischer Infrastrukturen in § 2 Abs. 2 Nr. 3 S. 4 ROG kann im Einzelfall der Bündelung mehrerer kritischer Infrastrukturen oder einer kritischen mit einer anderweitigen Infrastruktur entgegenstehen, wenn gerade die Bündelung die Gefahr vergrößert, dass ein Schadensfall an einer der Strukturen auch auf die kritische Infrastruktur übergreift, bzw. mehrere solcher Strukturen betrifft.<sup>112</sup> In einem solchen Fall kann aus dem KRITIS-Grundsatz ein planerisches Trennungsgebot und damit ein Bündelungsverbot folgen, wenn sich dem Schutz der Infrastrukturen nicht anderweitig Rechnung tragen lässt<sup>113</sup> und die Anforderung, welche als Grundsatz der Raumordnung formuliert ist, nicht aufgrund anderweitiger gewichtigerer Belange, die für eine Bündelung sprechen, überwunden wird.<sup>114</sup>

Trennungsgebote, die auf den Schutz der Funktion der Infrastrukturen vor von außen drohenden Störungen abzielen, finden sich zudem auch im Zulassungsrecht in Form zwingender gesetzlicher Vorgaben über einzuhaltende Schutzabstände wieder. Aus Sicht der Planungsebene handelt es sich hierbei um gesetzliche Planungsleitsätze, die aufgrund des Vorrangs des Gesetzes in den Planungsverfahren zu beachten sind. Gesetzlich geregelt finden sich entsprechende Vorgaben etwa im Fernstraßenrecht.<sup>115</sup> Im Falle von Erdgas-Pipelinetrassen enthalten für die bauliche Ausführung maßgeblichen technischen Normen vergleichbare Vorgaben.<sup>116</sup> Aufgrund des geringen Umfangs dieser Abstände lassen sie sich allerdings jedenfalls auf höheren Planungsebenen mit ihren großen Planungsmaßstäben nicht abbilden, so dass hier auch keine Festlegungen hinsichtlich des Umgangs mit solchen Vorgaben getroffen werden können.

Um insbesondere die ökologischen Vorteile von Vorhabenbündelungen realisieren zu können, wird diskutiert, wie die Bündelung von Infrastrukturen, konkret von Stromleitungen, und ihr Schutz als kritische Infrastruktur gleichzeitig erreicht werden kann, ohne Abstriche beim Schutzniveau machen zu müssen.<sup>117</sup> Soweit ersichtlich, sind entsprechende Untersuchungen bislang aber nicht durchgeführt worden, entsprechende Empfehlungen sind nicht verfügbar.

#### 5.4.2.2 Möglichkeiten und Grenzen der Einwirkung vorgelagerter (Raum-) Planungen

Die vorstehend behandelten Trassierungsgrundsätze stellen teils übergreifende, teils spezifisch raumordnerische und teils spezifisch bauleitplanerische Planungsleitlinien für die jeweiligen Verfahren der Planaufstellung dar. Sie unterliegen für sich genommen der Abwägung, können mithin im Einzelfall zugunsten anderer, gewichtigerer Belange auch zurückgestellt und überwunden oder mit anderen Belangen in relativen Ausgleich gebracht werden. Dabei werden sie zu planerischen Ausweisungen verdichtet, die mit Blick auf die räumliche Steuerung von leitungsgebundenen Infrastrukturen einen unterschiedlichen Gehalt besitzen und sich insoweit auch hinsichtlich ihres Verpflichtungsgehalts mit Blick auf eine gebündelte Ausführungsweise der Infrastrukturen unterscheiden. Dies kann erstens ein allein flächensichernder Gehalt sein, der eine Ausschlusswirkung allein gegenüber anderweitigen als der für das jeweilige Gebiet bzw. die jeweilige Fläche ausgewiesenen Nutzung konstituiert, die Zulässigkeit der ausgewiesenen Nutzung aber an anderen Stellen des Plangebiets nicht berührt (in der Raumordnung sog.

<sup>112</sup> *Kümper*, in: Kment, ROG, 2019, § 2 Rn. 57.

<sup>113</sup> BT-Drs. 16/10292, S. 21; *Guckelberger*, DVBl 2019, 525 (528); *Kümper*, in: Kment, ROG, 2019, § 2 Rn. 57.

<sup>114</sup> *Guckelberger*, DVBl 2019, 525 (529).

<sup>115</sup> Siehe § 9 FStrG.

<sup>116</sup> Siehe *Weiland/Wüstneck/Lichte/Scholles*, uvp-report, 2016, 159 (164).

<sup>117</sup> Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hrsg.), ARL-Empfehlungen zum Netzausbau für die Energiewende, Positionspapier aus der ARL 93, 2013, Empfehlung Nr. 9; zu dieser Forderung auch *Weiland/Wüstneck/Lichte/Scholles*, uvp-report, 2016, 159 (163).

freihaltende Festlegungen).<sup>118</sup> Darüber hinausgehend können, zweitens, Ausweisungen auch einen zuweisenden Gehalt dergestalt aufweisen, dass Nutzungen allein am ausgewiesenen Ort zulässig sind, nicht aber an anderer Stelle eines Plangebiets (in der Raumordnung sog. zuweisende Festlegungen).<sup>119</sup> Als Festlegungs-, Darstellungs- und Festsetzungsmöglichkeiten zur räumlichen Steuerung von leitungsgebundenen Infrastrukturen, die im Einzelnen sogleich hinsichtlich ihres Steuerungsgehalts zu bestimmen sind, kommen insbesondere in Betracht:

- ▶ für die Raumordnung Gebietsfestlegungen als Vorranggebiete oder Vorbehaltsgebiete nach § 7 Abs. 3 S. 2 Nr. 1 bzw. 2 ROG, wobei allein dem Vorranggebiet eine innergebietliche Zielwirkung, Vorbehaltsgebieten dagegen allein der Charakter eines raumordnerischen Grundsatzes zukommt; Festlegungen von zu sichernden Trassen gem. § 13 Abs. 5 S. 1 Nr. 3 ROG,
- ▶ für die Flächennutzungsplanung Darstellungen von Flächen für die Hauptversorgungs- und Hauptabwasserleitungen nach § 5 Abs. 2 Nr. 4 BauGB,
- ▶ für die Bebauungsplanung Festsetzungen der Führung von oberirdischen oder unterirdischen Versorgungsanlagen und -leitungen gem. § 9 Abs. 1 Nr. 13 BauGB.

Werden auf Raumordnungsebene Gebietsfestlegungen oder auch Festlegungen der zu sichernden Trassen vorgenommen, so kommt diesen jedenfalls flächensichernde Wirkung gegenüber raumbedeutsamen Vorhaben und Planungen zu<sup>120</sup> – soweit es sich um zielförmige Festlegungen handelt durch die gem. § 1 Abs. 4 BauGB notwendige Anpassung der Bauleitpläne auch gegenüber nicht-raumbedeutsamen Nutzungen. Ein darüber hinausgehender zuweisender Gehalt der Festlegungen in dem Sinne, dass das ausgewiesene Vorhaben an einem anderen Ort im Plangebiet nicht zulässig ist, wurde – soweit ersichtlich – bislang einzig für Großvorhaben mit weitläufigen Raumwirkungen, namentlich internationale Großflughäfen, anerkannt.<sup>121</sup> Kritisch sind solche standortbezogenen Festlegungen nicht nur wegen ihrer großen Nähe zu eigentlich dem Fachplanungsrecht vorbehaltenen Regelungen der Standortsteuerung, sondern auch wegen ihres hohen Konkretisierungsgrades, der tief in die gem. Art. 28 Abs. 2 GG garantierte kommunale Planungshoheit eingreift.<sup>122</sup> Solcherlei unmittelbar auf die leitungsgebundenen Infrastrukturen bezogene Festlegungen müssen schon deshalb seltener Einzelfall bleiben<sup>123</sup> und dürften für die im Rahmen von INTEGRIS betrachteten leitungsgebundenen Vorhaben ganz generell ausscheiden.

Auch im Rahmen der Bauleitplanung muss hinsichtlich des rechtlichen Gehalts von Darstellungen und Festsetzungen betreffend die Trassierung leitungsgebundener Infrastrukturen differenziert werden: Auch Darstellungen der Flächennutzungsplanung nach § 5 Abs. 2 Nr. 4 BauGB können in aller Regel allein Freihaltende Bedeutung erlangen. Ausgeschlossen werden durch die

<sup>118</sup> Zur Unterscheidung Freihaltender und zuweisender Festlegungen *Runkel*, in: Ernst/Zinkahn/Bielenberg/Krautzberger, BauGB, 133. EL Mai 2019, § 1 Rn. 65a; vgl. auch Rojahn, NVwZ 2011, 654 (656); VGH Kassel, Urt. v. 21.8.09 – 11 C 227/08. T, u. a., juris Rn. 433 f.; Beschl. v. 5.2.10 – 11 C 2691/07. N u. a., juris Rn. 60 sowie bereits oben unter 5.3.1.

<sup>119</sup> Vgl. BVerwG, Beschl. v. 31.3.11 – 4 BN 18/10, juris Rn. 5 ff. sowie hierzu *Potschies*, Raumplanung, Fachplanung und kommunale Planung, 2017, S. 99.

<sup>120</sup> Eignungsgebiete nach § 7 Abs. 3 S. 2 Nr. 3 ROG kommen hierfür nicht in Betracht, ist ihre innergebietliche Aussage doch nicht auf die Sicherung gegenüber anderweitigen Raumnutzungen angelegt.

<sup>121</sup> So für den Flughafen Berlin-Schönefeld, BVerwG, Urt. v. 16.3.2006 – 4 A 1075/04, juris Rn. 54, 59; *Kümper*, in: Kment, ROG, 2019, A. Rn. 28; VGH Kassel, Urt. v. 21.8.09 – 11 C 227/08. T u. a., juris Rn. 436; Beschl. v. 5.2.10 – 11 C 2591/07 N. u. a., juris Rn. 57.

<sup>122</sup> *Gierke/Blessing*, in: Brügelmann, BauGB, 111. Lfg. Juli 2019, § 1 Rn. 322, 351.

<sup>123</sup> *Gierke/Blessing*, in: Brügelmann, BauGB, 111. Lfg. Juli 2019, § 1 Rn. 351.

Darstellungen mithin anderweitige, mit den dargestellten Nutzungen unvereinbare Raumnutzungen, soweit die Darstellung nicht ohnehin allein auf die Vorbereitung der verbindlichen Bebauungsplanung ausgerichtet ist. Im baulichen Außenbereich folgt die Freihaltende Wirkung aus dem öffentlichen Belang des § 35 Abs. 3 S. 1 Nr. 1 BauGB, wonach Außenbereichsvorhaben den Darstellungen eines Flächennutzungsplans nicht widersprechen dürfen. Ein Widerspruch von i. S. d. § 35 Abs. 1 BauGB privilegierten Außenbereichsvorhaben gegen dargestellte Leitungsvorhaben liegt zudem nur dann vor, wenn die Aussage des Flächennutzungsplans hinreichend konkret und standortbezogen ist.<sup>124</sup> Dies ist im Einzelfall im Wege der Auslegung zu ermitteln. Eine hierüber hinausgehende Ausschlusswirkung dahingehend, dass ein Leitungsvorhaben allein auf den dargestellten Flächen umgesetzt werden darf und nirgends sonst im Plangebiet, entfalteten Darstellungen der Flächennutzungsplanung dagegen in aller Regel nicht. Mit dem Planvorbehalt des § 35 Abs. 3 S. 3 BauGB ist zwar ein Instrument für die Flächennutzungsebene eröffnet, das entsprechende Wirkungen vorsieht. Dieses ist auch auf Vorhaben gem. § 35 Abs. 1 Nr. 3 BauGB anwendbar, worunter auch Leitungsvorhaben zur öffentlichen Versorgung mit Elektrizität, Gas, Telekommunikationsdienstleistungen, Wärme und Wasser fallen.<sup>125</sup> In der Praxis finden entsprechende Planungen jedoch insoweit nicht statt und dürften auch kaum mit dem Verhältnismäßigkeitsgebot in Einklang zu bringen sein. Ein anderes Bild ergibt sich allein auf Ebene der Bebauungsplanung. Um im überplanten Innenbereich zulässig zu sein, dürfen bauliche Vorhaben den Festsetzungen eines Bebauungsplans insbesondere nicht widersprechen. Sieht ein Bebauungsplan mittels Festsetzungen nach § 9 Abs. 1 Nr. 13 BauGB die Führung von ober- und/oder unterirdischen Versorgungsleitungen sowie Versorgungsanlagen wie Schächte, Tunnel oder Kanälen vor,<sup>126</sup> so sind an dieser Stelle solche baulichen Nutzungen ausgeschlossen, die die festgesetzten vereiteln würden.<sup>127</sup> Sie wirken insoweit also standort- bzw. trassenverlaufssichernd. Hiermit kann dann auch eine anderweitige Führung innerhalb des Plangebiets ausgeschlossen sein.<sup>128</sup> Die Erforderlichkeit solcher Festsetzungen muss aber im Einzelfall für deren Rechtmäßigkeit gegeben sein, da sie vielfach den anderweitigen Festsetzungen nicht widersprechen werden<sup>129</sup> und dieses Fehlen eines Widerspruchs nach dem Wortlaut des § 30 BauGB allein maßgeblich ist, ein positives Übereinstimmen mit Festsetzungen also gerade nicht verlangt wird.

#### 5.4.2.3 Zwischenergebnis

Staatliche Einwirkungen auf die Wahl eines gebündelten Trassenverlaufs sind danach äußerst begrenzt und vermögen es in aller Regel nicht, die Entscheidung des Vorhabenträgers insoweit maßgeblich zu beeinflussen. Die planerischen Ausweisungen auf den verschiedenen Planungsebenen stellen in erster Linie Formen Freihaltender Planung dar, was ihrem Charakter als Angebotsplanung durchaus entspricht. Eine darüber hinausgehende Ausschlusswirkung für den übrigen Planungsraum, die zu einer Bündelung zwingen könnte, kann auf Raumordnungs- und auch

<sup>124</sup> BVerwG, Urt. v. 20.01.1984 – 4 C 43.81, juris Rn. 19; *Dürr*, in: Brügelmann, BauGB, 111. Lfg. 2019, § 35 Rn. 67.

<sup>125</sup> Für solche Leitungen wird auch das einschränkende Merkmal der Ortsgebundenheit im Grundsatz bejaht, BVerwG, Urt. v. 16.6.1994 – 4 C 20/93, juris Rn. 14; *Söfker*, in: Ernst/Zinkahn/Bielenberg/Krautzberger, BauGB, 133 EL 2019, § 35 Rn. 52a.

<sup>126</sup> *Söfker*, in: Ernst/Zinkahn/Bielenberg/Krautzberger, BauGB, 133 EL 2019, § 9 Rn. 114. Festsetzungen nach § 9 Abs. 1 Nr. 13 BauGB reichen allerdings nur in den Fällen aus, in denen Rechte i. S. v. § 9 Abs. 1 Nr. 21 BauGB bereits beim Versorgungsträger vorhanden sind. Zudem ist die Erforderlichkeit solcher Festsetzungen im Einzelfall darzulegen, vgl. *Gierke*, in: Brügelmann, BauGB, 111 EL 2019, § 9 Rn. 247; jedenfalls für die wesentlichen Elemente des Versorgungsnetzes sieht dies aber gegeben *Söfker*, in: Ernst/Zinkahn/Bielenberg/Krautzberger, BauGB, 133 EL 2019, § 9 Rn. 114.

<sup>127</sup> *Söfker*, in: Ernst/Zinkahn/Bielenberg/Krautzberger, BauGB, 133 EL 2019, § 9 Rn. 115.

<sup>128</sup> *Arnold*, in: Bönker/Bischopink, BauNVO, 2. Aufl. 2018, § 14 Rn. 39; *Söfker*, in: Ernst/Zinkahn/Bielenberg/Krautzberger, BauGB, 133 EL 2019, § 9 Rn. 115; einschränkend VGH München, Urt. v. 4.8.2010 – 1 N 07.3044, juris Rn. 19, wonach § 9 Abs. 1 Nr. 13 BauGB allein die Festsetzung einer verbindlichen Führung für eine konkrete Leitung gestattet, nicht aber zur Festsetzung eines generellen Ausschlusses oberirdischer Versorgungsleitungen unabhängig von einer konkreten Trassenführung ermächtigt.

<sup>129</sup> So auch *Söfker*, in: Ernst/Zinkahn/Bielenberg/Krautzberger, BauGB, 133 EL 2019, § 9 Rn. 115.



auf Flächennutzungsplanebene für leitungsgebundene Vorhaben grundsätzlich nicht herbeigeführt werden. Allein auf Ebene der Bebauungsplanung kommt den Festsetzungen eine entsprechende Wirkung nach verbreiteter Auffassung zu. Gerade im innerstädtischen Bereich dürfte ein gebündelter Verlauf von Leitungen jedoch bereits aufgrund der Enge des Raums vielfach ohnehin schon faktisch vorgegeben sein. Wo dies, wie bei überörtlichen Infrastrukturen, dagegen nicht der Fall ist, sind die Einwirkungsmöglichkeiten dagegen begrenzt.

### 5.4.3 Staatliche Einwirkung auf Zulassungsebene

Fraglich ist sodann, inwieweit staatliche Einwirkungen auf Zulassungsebene möglich sind, d. h., inwieweit Vorgaben des Zulassungsrechts den bzw. die Vorhabenträger ggf. doch noch zwingen, mehrere Leitungen gebündelt zu führen.

#### 5.4.3.1 Nachvollziehende Prüfung der Einhaltung relevanter öffentlich-rechtlicher Vorschriften

Wie bereits gesehen, ist es im Ausgangspunkt der Vorhabenträger, der durch seinen Zulassungsantrag ein Verwaltungsverfahren überhaupt erst anstößt und seinem Gegenstand nach festlegt.<sup>130</sup> Im Grundsatz sind die Zulassungsbehörden deshalb auf eine nachvollziehende Prüfung der Einhaltung relevanter öffentlich-rechtlicher Vorschriften beschränkt. Eine Ermächtigung zur Umgestaltung des Verfahrensgegenstands besteht grundsätzlich gerade nicht. Selbst im Rahmen fachplanerischer Planfeststellungen sind die Behörden allein zu nachvollziehender, nicht aber originär planerischer Abwägung ermächtigt.<sup>131</sup>

#### 5.4.3.2 Alternativen-/Variantenprüfung

Abweichend von dem vorstehenden Grundsatz, der eine Ausprägung der Dispositionsmaxime darstellt, sind im Zulassungsrecht gleichwohl an verschiedener Stelle sog. Alternativen- oder Variantenprüfungen vorgesehen, die das Dispositionsrecht des Antragstellers dort zurückdrängen, wo auch solche Varianten in die Prüfung einzubeziehen sind, die vom Antragsteller nicht selbst zum Gegenstand des Verfahrens gemacht wurden.<sup>132</sup> Sie kann sich auf Trassen-, aber auch auf technische Alternativen<sup>133</sup> und damit auf sämtliche Bündelungsvarianten beziehen, wie sie im Rahmen von INTEGRIS betrachtet werden.

##### 5.4.3.2.1 Raumordnungsverfahren

Ein Raumordnungsverfahren ist nach der Raumordnungsverordnung (RoVO) im Falle der Raumbedeutsamkeit von Infrastrukturvorhaben durchzuführen, und dessen Raumverträglichkeit eigen festzustellen, § 15 Abs. 1 S. 1 ROG. Systematisch ist das Verfahren zwischen den vorgelagerten Raumordnungsplanungen einerseits und der Zulassungsebene andererseits verortet. Alternativenprüfungen im Rahmen von Planfeststellungen werden hier bereits vorbereitet und ermöglichen dieser eine frühzeitige Fokussierung der Prüfung auf aussichtsreiche Planungsvarianten.<sup>134</sup> Einer Prüfung ihrer Raumverträglichkeit zu unterziehen sind etwa Hochspannungsfreileitungen mit einer Nennspannung von 110 kV oder mehr sowie auch Gasleitungen mit einem Durchmesser von mehr als 300 mm (§ 1 Nr. 14 RoVO). Über den Auffangtatbestand des § 1 Nr. 1

<sup>130</sup> Hierzu bereits oben unter 5.4.1.1.

<sup>131</sup> Zu diesem Ausgangspunkt siehe auch BVerwG, Urt. v. 21.1.2016 – 4 A 5/14 (Ueckermarkleitung), juris Rn. 168.

<sup>132</sup> Umgekehrt entspricht es der Dispositionsmaxime gerade, wenn sich die Zulassungsprüfung auch auf vom Antragsteller selbst eingebrachte Planungs- oder Vorhabenalternativen erstreckt, vgl. *Dietz*, in: Kment, ROG, 2019, § 15 Rn. 41.

<sup>133</sup> Zu großräumigen Trassenvarianten, aber auch zur technischen Variante der teilweisen Erdverkabelung siehe BVerwG, Urt. v. 21.1.2016 – 4 A 5/14 (Ueckermarkleitung), juris Rn.162 ff.

<sup>134</sup> *Dietz*, in: Kment, ROG 2019, § 15 Rn. 41; zur Abschichtung der Alternativenprüfung zwischen Raumordnungsverfahren und Planfeststellungsverfahren siehe BVerwG, Urt. v. 21.1.2016 – 4 A 5/14 (Ueckermarkleitung), juris Rn. 25.

RoVO werden zudem zwar generell auch Anlagen im baurechtlichen Außenbereich erfasst, deren Genehmigung ein förmliches Verfahren nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz bedarf und die in Nr. 1-10 Anlage 1 UVPG aufgezählt werden. Hiervon sind jedoch die im Rahmen von INTEGRIS behandelten leitungsgebundenen Infrastrukturen, die in Ziff. 19 Anlage 1 UVPG genannt werden („Leitungsanlagen und andere Anlagen“), gerade nicht erfasst.

Um die Raumverträglichkeit eines Vorhabens feststellen zu können, werden im Rahmen des Raumordnungsverfahrens die raumbedeutsamen Auswirkungen einer Maßnahme unter überörtlichen Gesichtspunkten geprüft. Gem. § 15 Abs. 1 S. 3 ROG ist diese Prüfung aber nicht auf die durch einen Vorhabenträger in das Verfahren eingebrachte Variante zu beschränken. Vielmehr sind auch alle objektiv „ernsthaft in Betracht kommenden Standort- oder Trassenalternativen“ zum Gegenstand der Prüfung zu machen. Nach der Novellierung des ROG ist die Prüfung ausdrücklich somit nicht mehr länger davon abhängig, dass die Trassenalternativen vom Vorhabenträger eingeführt wurden,<sup>135</sup> von dessen Dispositionsbefugnis wird hier eine Ausnahme gemacht.<sup>136</sup> Dies verändert auch die gesetzliche Zielrichtung des Verfahrens. Dieses ist nun darauf angelegt, die geeignetste Variante einer Maßnahme zu finden, nicht allein die schonendste unter den vom Antragsteller vorgelegten.<sup>137</sup> Trotz der klaren Änderung sprechen sich in der Literatur auch weiterhin Stimmen für eine Begrenzung der Prüfung auf eingebrachte Alternativen aus, so dass im Falle des Fehlens der Einführung nicht etwa „von Amts wegen“ auch andere Varianten geprüft werden könnten.<sup>138</sup> Diese Ansicht überzeugt aufgrund der eindeutigen Willensbekundung des Gesetzgebers durch die Herausnahme der zuvor vorhandenen Beschränkung zur Steigerung der Akzeptanz von Großvorhaben<sup>139</sup> gleichwohl nicht. Soweit praktisch umsetzbar, ist das Raumordnungsverfahren auch auf nicht eingebrachte, aber gleichwohl „ernsthaft in Betracht kommende“ Trassenalternativen zu erstrecken. Hierunter werden solche Varianten der Vorzugsvariante verstanden, deren Verwirklichung „sachlich und technisch möglich, rechtlich zulässig und wirtschaftlich durchführbar erscheint“.<sup>140</sup> Allein die sog. „Nullvariante“, d. h. der Verzicht auf die Durchführung des Vorhabens, soll hiervon nach dem Willen des Gesetzgebers auch weiterhin nicht umfasst sein.<sup>141</sup> Soweit eine Prüfung von Alternativen daran scheitert, dass der Vorhabenträger benötigte Unterlagen nicht beibringt, und damit seine Beibringungsobliegenheit nach § 15 Abs. 2 S. 1 ROG nicht erfüllt, kann die Raumordnungsbehörde das Verfahren ergebnislos einstellen oder auf Basis der vorhandenen Unterlagen die überprüfbare Vorzugsvariante des Vorhabenträgers als nicht raumverträglich ablehnen.<sup>142</sup>

#### 5.4.3.2.2 Baugenehmigungen und andere gebundene Zulassungsentscheidungen

Bei Zulassungsentscheidungen über bauordnungsrechtlich genehmigungsbedürftige Vorhaben handelt es sich um gebundene Entscheidungen, nicht um Ermessensentscheidungen.<sup>143</sup> Der Antragsteller hat deshalb bei Vorliegen der Genehmigungsvoraussetzungen einen Anspruch darauf, dass das von ihm zur Genehmigung gestellte Vorhaben so genehmigt wird, wie es beantragt wurde. Raum für eine generelle Alternativenprüfung besteht hier insoweit nicht.<sup>144</sup> Unberührt

<sup>135</sup> Goppel, in: Spannowsky/Runkel/Goppel, ROG, 2. Aufl. 2018, § 15 Rn. 41; Dietz, in: Kment, ROG 2019, § 15 Rn. 41.

<sup>136</sup> Dietz, in: Kment, ROG 2019, § 15 Rn. 43.

<sup>137</sup> Dietz, in: Kment, ROG 2019, § 15 Rn. 42.

<sup>138</sup> Goppel, in: Spannowsky/Runkel/Goppel, ROG, 2. Aufl. 2018, § 15 Rn. 45.

<sup>139</sup> BT-Drs. 18/10883, S. 54.

<sup>140</sup> Dietz, in: Kment, ROG 2019, § 15 Rn. 44.

<sup>141</sup> BT-Drs. 18/10883, S. 54.

<sup>142</sup> Dietz, in: Kment, ROG 2019, § 15 Rn. 54.

<sup>143</sup> Stürer, Bau- und Fachplanungsrecht, 5. Aufl. 2015, Rn. 2622.

<sup>144</sup> Stürer, Bau- und Fachplanungsrecht, 5. Aufl. 2015, Rn. 1777; BVerwG, Beschl. v. 22.10.2010 – 7 B 58.10.

hiervon bleibt lediglich, dass bei Nichtvorliegen der Genehmigungsvoraussetzungen für eine bestimmte Trassenführung die Genehmigung zu versagen ist. In diesem Fall besteht für den Vorhabenträger dann allein die Möglichkeit, einen erneuten Antrag für sein Vorhaben mit alternativer Trassenführung zu stellen.<sup>145</sup> Auf entsprechenden Hinweis der Behörde<sup>146</sup> kann der ursprüngliche Antrag freilich auch bereits entsprechend umgestellt werden, um seine Ablehnung zu verhindern.

#### 5.4.3.2.3 Fachplanungsrecht

Anders als im Rahmen gebundener Zulassungsentscheidungen ist die Planfeststellungsbehörde bei der Zulassung von Vorhaben zu einer Abwägungsentscheidung ermächtigt. Das hier geltende Abwägungsgebot verlangt u. a. auch die Durchführung einer Alternativenprüfung, um der Möglichkeit schonenderer Realisierungsvarianten nachzugehen.<sup>147</sup> Danach sind Alternativlösungen hinsichtlich des Standorts bzw. der Trassierung, aber auch die Vorhabendimensionierung und technische Ausführung als Teil des Abwägungsmaterials in die Abwägung einzustellen und mit dem ihnen zukommenden Gewicht in der vergleichenden Prüfung zu berücksichtigen.<sup>148</sup> Dies kann auch verschiedene Bündelungsvarianten umfassen.

Einzubeziehungen sind allerdings nur die ernsthaft in Betracht kommenden Alternativen, d. h. nicht alle möglichen Varianten<sup>149</sup> und auch nicht solche, die ein anderes als das eigentlich verfolgte Vorhaben zum Gegenstand haben, mithin die Vorhabenidentität nicht wahren würden.<sup>150</sup> Ein Abwägungsfehler liegt aber grundsätzlich erst dann vor, wenn sich eine Variante aufdrängte und gleichwohl übersehen wurde.<sup>151</sup> Wann sich eine Alternative in diesem Sinne aufdrängt, lässt sich nicht abstrakt bestimmen.<sup>152</sup> Zu berücksichtigen sind Varianten etwa dann, wenn sie von Verfahrensbeteiligten angeführt werden, oder sich aufgrund der örtlichen Gegebenheiten geradezu anbieten.<sup>153</sup>

Für den Vergleich von Varianten mit gebündelten leitungsgebundenen Infrastrukturen einerseits und ungebündelten Varianten andererseits folgt hieraus: Soweit Alternativen vorhanden sind, bei denen der Eingriff in einen bestimmten Naturbestandteil vermieden wird, sind sie auch mit Blick auf das Bündelungsgebot des § 1 Abs. 5 S. 3 BNatSchGB vorzuziehen, soweit sie nicht aus anderen Gründen unzumutbar ist.<sup>154</sup> Wenn mehrere Varianten zur Wahl stehen, kann die unterschiedliche Intensität von erforderlich werdenden Eingriffen in Natur und Landschaft ausschlaggebend sein. Auch insoweit bedarf der Vergleich aber nicht zwingend voll ausgearbeiteter

<sup>145</sup> Jarass, BImSchG, 12. Aufl. 2017, § 6 Rn. 47.

<sup>146</sup> Siehe den Verweis auf die entsprechende Beratungspraxis der Behörden bei Wasielewski, in: Führ, BImSchG, 2. Aufl. 2019, § 6 Rn. 2.

<sup>147</sup> Kirchberg, in: Ziekow, Hdb des Fachplanungsrechts, 2. Aufl. 2014, § 2 Rn. 145; Ziekow, in: Ders., Hdb des Fachplanungsrechts, 2. Aufl. 2014, § 6 Rn. 41 m. N. a. der Rspr. sowie Rn. 43.

<sup>148</sup> Ziekow, in: Ders., Hdb des Fachplanungsrechts, 2. Aufl. 2014, § 6 Rn. 41; zum Aspekt der technischen Ausführung BVerwG, Urt. v. 21.1.2016 – 4 A 5/14 (Ueckermarkleitung), juris Rn. 180 ff.

<sup>149</sup> Ziekow, in: Ders., Hdb des Fachplanungsrechts, 2. Aufl. 2014, § 6 Rn. 44; BVerwG, Urt. v. 21.1.2016 – 4 A 5/14 (Ueckermarkleitung), juris Rn. 168.

<sup>150</sup> Ziekow, in: Ders., Hdb des Fachplanungsrechts, 2. Aufl. 2014, § 6 Rn. 43.

<sup>151</sup> Ziekow, in: Ders., Hdb des Fachplanungsrechts, 2. Aufl. 2014, § 6 Rn. 43; Stürer, Bau- und Fachplanungsrecht, 5. Aufl. 2015, Rn. 4837.

<sup>152</sup> Ziekow, in: Ders., Hdb des Fachplanungsrechts, 2. Aufl. 2014, § 6 Rn. 43.

<sup>153</sup> Ziekow, in: Ders., Hdb des Fachplanungsrechts, 2. Aufl. 2014, § 6 Rn. 44; die Rechtsprechung formuliert hier nicht ganz einheitlich, welche Alternative hätte in den Blick genommen werden müssen, vgl. BVerwG, Beschl. v. 22.7.2010 – 7 VR 4.10: „sich aufdrängende“ Alternativen; BVerwG, Beschl. v. 24.04.2009 – 9 B 10.09: „ernsthaft sich anbietende“ Alternativen; siehe auch BVerwG, Beschl. v. 20.2.2008 – 1 BvR 2722/06 juris Rn. 60; konkretisierend nunmehr BVerwG, Urt. v. 15.12.2016 – 4 A 4/15, juris Rn. 32 sowie Urt. v. 21.1.2016 – 4 A 5/14 (Ueckermarkleitung), juris Rn. 169, 172 ff.

<sup>154</sup> Vgl. Stürer, Bau- und Fachplanungsrecht, 5. Aufl. 2015, Rn. 4837; dies entspricht dem Verständnis von § 1 Abs. 5 S. 3 BNatSchG als umfassendes Vermeidungsgebot, so Mengel, in: Frenz/Müggenborg, BNatSchG, 2. Aufl. 2016, § 1 Rn. 95.

Konzepte für Ausgleichs- und Kompensationsmaßnahmen für einen Vergleich. Vielmehr wird meist eine überschlägige Betrachtung genügen.<sup>155</sup> Unterscheiden sich verschiedene Varianten allein nach der Intensität der notwendigen Eingriffe in Natur- und Landschaft, handle die Behörde abwägungsfehlerhaft, wenn sie sich für die eingriffsintensivere Variante entscheide.<sup>156</sup> Ebenso fehlerhaft wäre die Wahl einer Variante, die intensivere Eingriffe in Natur- und Landschaft verlangte, um Güter zu schützen, die in der konkreten Abwägung ihrem Gewicht nach den Naturgütern nachgeordnet sind.<sup>157</sup> Umgekehrt kann sich in einer Abwägung aber auch das Interesse an einer möglichst kostengünstigen Umsetzung gegenüber dem Interesse an möglichst geringen Eingriffen in Natur- und Landschaft durchsetzen.<sup>158</sup> Ein allgemeines Gebot, jeweils die unter ökologischen Gesichtspunkten vorzugswürdige Alternative zu wählen, besteht nämlich nach dem geltenden Recht nicht.<sup>159</sup> Ein weitgehender Schutz von Natur und Landschaft gilt aber bspw.<sup>160</sup> im besonderen Bereich des Natura2000-Gebietsschutzes: Danach sind nämlich Alternativen bis zur Grenze der Zumutbarkeit vorzugswürdig, wenn sie im Gegensatz zu einer anderen Alternative gebietsunverträgliche Eingriffe in ein Natura 2000 Gebiet vermeiden.<sup>161</sup>

Abweichend von den vorstehenden allgemeinen Grundsätzen sind zudem evtl. Besonderheiten im Fachplanungsrecht für einzelne Leitungsmedien zu beachten, welche bestimmte Entscheidungen über Varianten der Abwägung der Planfeststellungsbehörde entziehen.<sup>162</sup> Je nach konkreter gesetzgeberischer Vorgabe kann dies eine Bündelungsoption begünstigen, da sie andere, nicht gebündelte Varianten ausschließt oder aber genau umgekehrt. So enthält das Fachplanungsrecht für die Zulassung von Hochspannungsleitungen in § 43h EnWG einen grundsätzlichen Vorrang der Erdverkabelung auf neuen Trassen für Leitungen bis 110 kV. Nach § 43h S. 1 HS 1 EnWG sind „Hochspannungsleitungen auf neuen Trassen mit einer Nennspannung von 110 Kilovolt oder weniger [...] als Erdkabel auszuführen, soweit die Gesamtkosten für Errichtung und Betrieb des Erdkabels die Gesamtkosten der technisch vergleichbaren Freileitung den Faktor 2,75 nicht überschreiten und naturschutzfachliche Belange nicht entgegenstehen [...]“. Die Erdverkabelung ist damit bei den erfassten Vorhaben zum Regelfall gemacht worden.<sup>163</sup> Eine Abweichung zugunsten einer Freileitung ist bei Nichtvorliegen der in HS 1 genannten Gründe laut HS 2 allein auf Antrag des Vorhabenträgers zulässig und dies auch nur dann, wenn einer Ausführung mittels Freileitung öffentliche Interessen nicht entgegenstehen.<sup>164</sup> Ein Vorrang der Erdverkabelung wurde jüngst zudem auch für Hochspannungsgleichstrom-Übertragungsleitungen

<sup>155</sup> Vgl. *Ziekow*, in: Ders., Hdb des Fachplanungsrechts, 2. Aufl. 2014, § 6 Rn. 46; Stüer, Bau- und Fachplanungsrecht, 5. Aufl. 2015, Rn. 4835.

<sup>156</sup> BVerwG, Urt. v. 7.3.1997 – 4 C 10/96, juris Rn. 25; *Ziekow*, in: Ders., Hdb des Fachplanungsrechts, 2. Aufl. 2014, § 6 Rn. 52.

<sup>157</sup> BVerwG, Urt. v. 7.3.1997 – 4 C 10/96, juris Rn. 25; *Ziekow*, in: Ders., Hdb des Fachplanungsrechts, 2. Aufl. 2014, § 6 Rn. 52.

<sup>158</sup> *Ziekow*, in: Ders., Hdb des Fachplanungsrechts, 2. Aufl. 2014, § 6 Rn. 53.

<sup>159</sup> Stüer, Bau- und Fachplanungsrecht, 5. Aufl. 2015, Rn. 4835.

<sup>160</sup> Weitere Fälle sind die wasserrechtliche Ausnahme, hier § 31 Abs. 2 S. 1 Nr. 3 WHG oder die artenschutzrechtliche Ausnahme, hier § 45 Abs. 7 S. 2 BNatSchG.

<sup>161</sup> Vgl. § 34 Abs. 3 Nr. 2 BNatSchG: „[...] soweit [...] zumutbare Alternativen [...] nicht gegeben sind“; Stüer, Bau- und Fachplanungsrecht, 5. Aufl. 2015, Rn. 4838.

<sup>162</sup> BVerwG, Urt. v. 3.4.2019 – 4 A 1/18, juris Rn. 38; hierzu Appel/Eding, UPR 2018, 281 ff.; Külpmann, jurisPR-BVerwG 20/2019 Anm. 6, S. 2; BVerwG, Beschl. v. 28.2.2013 – 7 VR 13/12, juris Rn. 27.

<sup>163</sup> *Riese/Fest*, in: Steinbach, NABEG/EnLAG/EnWG, 2013, § 43h EnWG Rn. 3.

<sup>164</sup> Für mögliche entgegenstehende Interessen kann insoweit auf die Aufzählung in § 35 Abs. 3 BauGB Bezug genommen werden, vgl. *Kupfer*, in: Britz/Hellermann/Hermes, EnWG, 3. Aufl. 2015, § 43h Rn. 14. Zu den Rückwirkungen des Erdverkabelungsvorrangs auf das Raumordnungsverfahren siehe *Kupfer*, a. a. O., Rn. 6.

(HGÜ-Leitungen) in § 3 BBPlG eingeführt,<sup>165</sup> deren Ausführung als Freileitungen danach nur noch im Falle festgelegter Ausnahmen zulässig ist.

#### 5.4.3.2.4 Naturschutzrechtliche Eingriffsregelung

Die naturschutzrechtliche Eingriffsregelung der §§ 13 ff. BNatSchG findet auf Zulassungsebene überall dort Anwendung, wo ihre abschließende Abarbeitung – wie bei Plänen mit Eingriffsqualität i. S. v. § 18 BNatSchG, § 1a BauGB – nicht bereits auf Bauleitplanungsebene stattgefunden hat.<sup>166</sup> Teil des Pflichtenprogramms von Verursachern ist nach § 15 Abs. 1 BNatSchG das Vermeidungsgebot. Dieses verpflichtet Verursacher eines Eingriffs i. S. v. § 14 BNatSchG dazu, „vermeidbare Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft zu unterlassen“. Damit ist zwar – wie gesehen – keine Vermeidung im naturwissenschaftlichen Sinne gemeint, da eine Vermeidung in diesem Sinne stets durch das Unterlassen des bezweckten Eingriffs möglich wäre, was aber offensichtlich nicht gewollt ist.<sup>167</sup> Trotzdem stellt sich die Frage, ob hierdurch nicht der Träger eines leitungsgebundenen Infrastrukturvorhabens dazu verpflichtet wird, eine Bündelungsvariante zu wählen, soweit diese im Ergebnis jedenfalls zu einer Verminderung eines Eingriffs im Vergleich mit einer Einzelverlegung führt.

Gegen einen so weitgehenden Verpflichtungsgehalt des Vermeidungsgebots spricht freilich schon dessen gesetzgeberische Konkretisierung in § 15 Abs. 1 S. 2 BNatSchG, wonach Beeinträchtigungen vermeidbar sind, „wenn zumutbare Alternativen, den mit dem Eingriff verfolgten Zweck am gleichen Ort ohne oder mit geringeren Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft zu erreichen, gegeben sind.“<sup>168</sup> Mit der Inbezugnahme des „gleichen Ort[s]“ findet sich hier bereits ein Indiz dafür, dass die Standortfrage durch die naturschutzrechtliche Eingriffsregelung selbst nicht aufgeworfen werden soll und es vielmehr um Fragen der Vorhabenkonzeption geht, die vom Standort gerade unabhängig sind. Nichts anderes ergibt sich zudem aus der Überlegung zur systematischen Stellung der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung neben dem fachrechtlichen Zulassungsrecht und der Integration der Eingriffsregelung in die Zulassungsverfahren.

In Fachplanungsentscheidungen ist die Standortfrage im Rahmen der Abwägungsentscheidung zu treffen. Hierbei sind auch Überlegungen und Vergleichsbetrachtungen zu alternativen Trassenführungen anzustellen, und auch der Bündelungsgrundsatz des § 1 Abs. 5 S. 3 BNatSchG ist mit dem ihm im konkreten Fall zukommenden Gewicht in die Abwägung einzustellen.<sup>169</sup> Die hier auf umfassender Abwägungsgrundlage getroffene Standortentscheidung wird durch das seinerseits nicht der Abwägung unterliegende Vermeidungsgebot<sup>170</sup> nicht in Frage gestellt.<sup>171</sup> Dieses betrifft nur noch die Minimierung der mit der Standortwahl einhergehenden – und als solche hingenommenen – Eingriffsfolgen i. S. e. Folgenbewältigungs- oder Sekundärrechts.<sup>172</sup> Nichts anderes gilt auch für gebundene Zulassungsentscheidungen wie im Immissionsschutzrecht, obgleich der Einfluss auf die Standortentscheidung hier auch fachrechtlich geringer ist. Auch hier

<sup>165</sup> Für Drehstromleitungen bleibt es gem. § 4 BBPlG dagegen beim gesetzlichen Regelfall ihrer Ausführung als Freileitung. Hier ist eine Ausführung als Erdkabel allen für bestimmte Pilotvorhaben vorgesehen, *Franke*, in: Steinbach/Franke, Kommentar zum Netzausbau, 2. Aufl. 2017, § 3 BBPlG Rn. 1.

<sup>166</sup> Zur Handhabung der Eingriffsregelungen auf Planungsebene siehe bereits oben unter 5.4.2.1.

<sup>167</sup> *Stüer*, Handbuch des Bau- und Fachplanungsrechts, 5. Aufl. 2015, Rn. 4966.

<sup>168</sup> Vgl. *Mengel*, in: Frenz/Müggenborg, BNatSchG, 2. Aufl. 2016, § 1 Rn. 95.

<sup>169</sup> *Mengel*, in: Frenz/Müggenborg, BNatSchG, 2. Aufl. 2016, § 1 Rn. 95.

<sup>170</sup> BVerwG, Urt. v. 7.3.1997 – 4 C 10/96, juris Rn. 22 m. w. N.; *Stüer*, Handbuch des Bau- und Fachplanungsrechts, 5. Aufl. 2015, Rn. 4967, 4970.

<sup>171</sup> BVerwG, Urt. v. 7.3.1997 – 4 C 10/96, juris Rn. 21.

<sup>172</sup> BVerwG, Urt. v. 7.3.1997 – 4 C 10/96, juris Rn. 18 f.; *Stüer*, Handbuch des Bau- und Fachplanungsrechts, 5. Aufl. 2015, Rn. 4966, 4970; Vgl. *Guckelberger*, in: Frenz/Müggenborg, BNatSchG, 2. Aufl. 2016, § 15 Rn. 25; *Schumacher/J. Schumacher*, in: *Schumacher/Fischer-Hüftle*, BNatSchG, 2. Aufl. 2011, § 1 Rn. 161.

bezieht sich das Vermeidungsgebot allein auf eine Folgenminimierung am fachrechtlich zulässigen Standort. Über das Fachrecht hinausgehende Impulse für die Verpflichtung zur Wahl einer Bündelungsvariante enthält die naturschutzrechtliche Eingriffsregelung deshalb im Ergebnis nicht.

#### 5.4.3.2.5 Umweltverträglichkeitsprüfung

Auch im Rahmen der behördlichen Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP), die einen unselbstständigen Teil des Zulassungsverfahrens darstellt (§ 4 UVPG),<sup>173</sup> hat eine Alternativenprüfung zu erfolgen. Wie die gesamte UVP, dient auch diese Alternativenprüfung der Vorbereitung der fachrechtlich determinierten Zulassungsentscheidung und kann hier nur insoweit Berücksichtigung finden, wie dies das Fachrecht vorsieht. Das bedeutet konkret, dass im Rahmen der UVP untersuchte Alternativen für die Zulassungsentscheidung nur dort relevant werden können, wo das Fachrecht die Zulassung eines Vorhabens vom Ergebnis eines Alternativenvergleichs abhängig macht. Dies ist bei gebundenen Zulassungsentscheidungen, insbesondere bei der bauordnungsrechtlichen Zulassung, regelmäßig nicht der Fall.<sup>174</sup> Anders jedoch im Rahmen von Planfeststellungen, wo – wie bereits ausgeführt – ein Alternativenvergleich stattzufinden hat.<sup>175</sup>

Dieser Maßgeblichkeit des fachrechtlichen Prüfungsumfangs für das UVP-Recht entspricht es, dass der Vorhabenträger nach § 16 Abs. 1 S. 1 Nr. 6 UVPG im Rahmen des vorzulegenden UVP-Berichts allein diejenigen vernünftigen Alternativen zu beschreiben hat, die vom Vorhabenträger selbst – in der Regel mit Blick auf die fachrechtliche Zulassung – geprüft worden sind.<sup>176</sup> Andere, etwa von der Öffentlichkeit eingebrachte oder sonstige Varianten, sind hiervon gerade nicht erfasst.<sup>177</sup> Zudem können auch von den vom Vorhabenträger ins Verfahren eingebrachten Varianten diejenigen für die UVP außer Betracht bleiben, die nach dem jeweils erreichten Verfahrensstand für die Zulassung nicht länger ernsthaft in Betracht kommen.<sup>178</sup>

Daraus folgt, dass auch das UVP-Recht keine Möglichkeit für Behörden eröffnet, Bündelungsvarianten in das Zulassungsverfahren einzuführen, wenn deren Betrachtung nicht ohnehin fachrechtlich gefordert ist. Zudem kann auch eine vom Vorhabenträger eingebrachte Bündelungsvariante dann aus der Umweltverträglichkeitsprüfung ausgeschieden werden, wenn sich nach dem erreichten Verfahrensstand bereits abzeichnet, dass diese für die Zulassung letztlich nicht ernsthaft in Betracht kommen wird.

#### 5.4.3.3 Hemmnisse für die Antizipation künftiger Bedarfsänderungen

Die Frage danach, ob eine leitungsgebundene Infrastruktur mit anderen Leitungen gebündelt werden sollte, stellt sich nicht einmalig im Zeitpunkt ihrer Planung. Weil der Bedarf für leitungsgebundene Infrastrukturen im Laufe der Zeit Schwankungen ausgesetzt ist, kann sie sich vielmehr auch in der Betriebsphase einer Einzelleitung oder auch eines Leitungsbündels neu stellen.

<sup>173</sup> BVerwG, Beschl. v. 17.022.1997 – 4 VP 17.96.

<sup>174</sup> Jarass, BImSchG, 12. Aufl. 2017, § 10 Rn. 17a sowie bereits oben unter 5.4.3.2.2.

<sup>175</sup> Sangenstedt, ZUR 2014, 526 (532); Winkler, in: Hoppe/Beckmann/Kment, UVPG, 5. Aufl. 2018, Einleitung Rn. 33; Kment, in: Hoppe/Beckmann/Kment, UVPG, 5. Aufl. 2018, § 16 Rn. 28 m. N. a. der Rspr.

<sup>176</sup> Reidt/Augustin, in: Schink/Reidt/Mitschang, UVPG/UmwRG, 2018, § 16 Rn. 33 f.; Kment, in: Hoppe/Beckmann/Kment, UVPG, 5. Aufl. 2018, § 16 Rn. 6, 28; Kirchberg, in: Ziekow, Hdb des Fachplanungsrechts, 2. Aufl. 2014, § 2 Rn. 145.

<sup>177</sup> Winkler, in: Hoppe/Beckmann/Kment, UVPG, 5. Aufl. 2018, Einleitung Rn. 33.

<sup>178</sup> BVerwG, NVwZ 1996, 788 (790); Stürer, Bau- und Fachplanungsrecht, 5. Aufl. 2015, Rn. 4835.

Ein bislang vorhandener Bedarf kann sich vergrößern oder verringern und auch vollständig entfallen.<sup>179</sup> Zudem kann zum Bedarf eines bestimmten leitungsgebundenen Mediums der Bedarf für ein weiteres Medium hinzutreten.

Unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten dürfte es – so die hier konkretisierte Arbeitshypothese – in vielen Fällen nachteilig sein, wenn leitungsgebundene Medien erst im Angesicht einer Bedarfsänderung angepasst werden, da eine Kapazitätserweiterung – wurde nicht entsprechende bauliche Vorsorge zur Vorbereitung einer späteren Bündelung getroffen – mit erheblichem finanziellen Aufwand und insbesondere erheblichen Eingriffen in den Naturhaushalt verbunden sein kann. Insoweit stellt sich die Frage, ob nicht bereits im Rahmen eines erstmaligen Fachplanungs- oder sonstigen Zulassungsverfahrens oder auch anlässlich verfahrensfreier Vorhaben zukünftigen Bedarfsveränderungen Rechnung getragen werden kann, indem bereits für künftige Kapazitätsveränderungen und Bündelungsoptionen vorgesorgt wird. Dies könnte etwa durch eine anfängliche Überdimensionierung einer Leitung oder einer Trägerstruktur oder durch Leerrohre geschehen, um einem für die Zukunft erwartbaren höheren Bedarf später auf einfache Weise Rechnung tragen zu können.

Bei der Antizipation eines künftigen Erweiterungs- und Bündelungsbedarfs für leitungsgebundene Infrastrukturen sind zwei Fragenkreise auseinanderzuhalten: Zu klären ist hier erstens die Frage, ob es allein um eine Ermöglichung einer freiwilligen Antizipation durch den jeweiligen Vorhabenträger geht oder ob dieser zu einer Mitverlegung bspw. passiver Infrastrukturen anlässlich einer Vorhabenrealisierung verpflichtet wird. Die zweite Frage betrifft die Rechtsposition der Nutzungsberechtigten derjenigen betroffenen Flächen, die aufgrund der zusätzlichen passiven Infrastrukturen beansprucht werden. Zu klären ist hier, ob und unter welchen Voraussetzungen zur Befriedigung künftiger Bedarfe Eigentumsrechte Dritter beschränkt werden dürfen.

Im Grundsatz gilt für den ersten Fragenkreis das bereits oben Ausgeführte zum Initiativrecht des Vorhabenträgers. Dieser legt durch seinen Zulassungsantrag den Verfahrensgegenstand eines Zulassungsverfahrens fest und bindet hieran auch die Zulassungsbehörde. Über eine nicht vom Antragsteller zum Gegenstand des Verfahrens gemachte, gebündelte passive Infrastruktur zur Befriedigung zukünftiger Bedarfe darf eine Zulassungsbehörde im Grundsatz nicht entscheiden. Dem entsprechen Vorschriften im geltenden Recht wie § 43j EnWG, § 18 Abs. 3 NABEG (Leerrohre für bestimmte Hoch- und Höchstspannungsleitungen) sowie § 77i Abs. 6 TKG (passive Netzinfrastrukturen und Glasfaserkabel für digitale Hochgeschwindigkeitsnetze), welche eine vorausschauende Vorhabenzulassung zum Gegenstand haben und allein die Frage adressieren, ob und inwieweit passive Infrastrukturen durch einen Vorhabenträger zum Gegenstand gemacht werden können, nicht aber auch eine diesbezügliche Pflicht des Vorhabenträgers begründen. Eine Ausnahme bildet – soweit ersichtlich – allein § 77i Abs. 7 TKG.<sup>180</sup> Dieser enthält eine Mitverlegungspflicht bei digitalen Hochgeschwindigkeitsnetzen. Nach dessen Satz 1 ist bei Bauarbeiten,<sup>181</sup> welche ganz oder teilweise aus öffentlichen Mitteln finanziert werden und der Bereitstellung sog. Verkehrsdienste dienen und deren anfänglich geplante Dauer acht Wochen übersteigen, sicherzustellen, dass geeignete passive Netzinfrastrukturen, ausgestattet mit Glasfaserkabeln, bedarfsgerecht mitverlegt werden. Bedarfsgerecht ist die Verlegung, wenn sie dem

<sup>179</sup> Siehe für den Bereich des Stromnetzausbaus *Pleiner*, Überplanung von Infrastruktur, 2016, S. 152; für den Bereich des Fernstraßenausbaus *Ziekow*, *VerwArch* 2015, 528 ff.

<sup>180</sup> Hierauf verweist auch *Schlacke*, Vorausschauende Planung als zulässige Vorratsplanung am Beispiel des Netzausbaus, in: Dies./Beaucamp/Schubert, *Infrastruktur-Recht*, 2019, S. 207 (212). Hierzu auch *Reufße/Karrer*, *Das DigiNetzG* aus kommunaler Sicht, *N&R* 17, 207 (210).

<sup>181</sup> Zur Unsicherheit über den Adressaten der Verpflichtung *Stelter*, in: Scheurle/Mayen, *TKG*, 3. Aufl. 2018, § 77i Rn. 33.

derzeitigen und zukünftigen Bedarf vollständig Rechnung trägt.<sup>182</sup> Im Rahmen der Erschließung von Neubaugebieten ist nach § 77i Abs. 7 S. 2 TKG stets sicherzustellen, dass geeignete passive Netzinfrastrukturen, ausgestattet mit Glasfaserkabeln, mitverlegt werden.

Für den zweiten Fragenkreis ist wiederum danach zu unterscheiden, ob es für die Nutzung von Flächen bzw. des Untergrunds im Eigentum Dritter ein gesetzlich begründetes Nutzungsrecht für die Eigentümer oder Betreiber von Infrastrukturleitungen gibt oder nicht. Soweit dies nicht der Fall ist, muss zudem danach unterschieden werden, ob die Zulassungsentscheidung für eine Infrastrukturleitung Auswirkungen auf die privaten Rechte Dritter hat oder nicht.

Ein gesetzlich begründetes Nutzungsrecht für den Untergrund im Eigentum Dritter besteht im Bereich des Telekommunikationsrechts in den §§ 68 f. TKG. Nach § 68 Abs. 1 TKG ist der Bund befugt Verkehrswege – d. h. öffentliche Wege, Plätze, Brücken und Tunnel sowie öffentliche Gewässer – für Telekommunikationslinien unentgeltlich zu nutzen, die öffentlichen Zwecken dienen, soweit dadurch nicht der Widmungszweck der Verkehrswege dauernd beschränkt wird. Gem. § 69 TKG kann der Bund dieses Recht zudem auf die Eigentümer und Betreiber öffentlicher Telekommunikationsnetze und öffentlichen Zwecken dienender Telekommunikationslinien übertragen. Da das Nutzungsrecht der §§ 68 f. TKG allein an öffentlichen Verkehrswegen begründet wird, spielt die Frage nach der Zulässigkeit der Inanspruchnahme privaten Eigentums zur Befriedigung künftiger Bedarfe hier keine Rolle. Soweit passive Infrastrukturen für künftige Bedarfe privaten Grund in Anspruch nehmen sollen, geht dies nur, soweit Eigentümer und/oder Nutzungsberechtigte hierfür auf privatrechtlicher Grundlage ihre Einwilligung erteilen.

Entsprechendes – d. h. die Notwendigkeit privatrechtlicher Vereinbarungen mit Eigentümern und / oder Nutzungsberechtigten – gilt auch immer dann, wenn die öffentlich-rechtliche Zulassung einer passiven Infrastruktur für ein künftiges Leitungsvorhaben oder dessen anfängliche Überdimensionierung unbeschadet der privaten Rechte Dritter ergeht. Dies ist etwa bei Leitungen der Fall, die allein bauordnungsrechtlich<sup>183</sup> genehmigt werden oder aber verfahrensfrei sind.

Abweichendes gilt lediglich für diejenigen Leitungsvorhaben, die im Wege der Planfeststellung oder der Plangenehmigung fachplanerisch zugelassen werden, da und soweit diesen eine sog. enteignungsrechtliche Vorwirkung zukommt.<sup>184</sup> D. h., dass die privaten Rechte Dritter durch den Planfeststellungsbeschluss oder die Plangenehmigung zwar noch nicht unmittelbar beeinträchtigt werden, die Entscheidung aber in einem sich ggf. anschließenden Enteignungsverfahren zugrunde gelegt würde und gegen eine Enteignung solche Einwendungen nicht mehr geltend gemacht werden können, die bereits Gegenstand des Fachplanungsverfahrens waren oder von den Beteiligten in diesem hätten vorgebracht werden können. Nicht zuletzt wegen dieser Auswirkungen auf die Rechtspositionen Dritter bedarf die hoheitliche Zulassung solcher Vorhaben der besonderen Rechtfertigung; sie tragen diese nicht schon in sich selbst.<sup>185</sup> Erforderlich für die notwendige Planrechtfertigung ist, dass die Umsetzung des konkreten Vorhabens für die durch das jeweils einschlägige Fachplanungsgesetz verfolgten Ziele vernünftigerweise geboten ist.<sup>186</sup> Wesentlich hierfür ist die Absicht, mit dem Vorhaben und seiner konkreten Dimensionierung<sup>187</sup>

<sup>182</sup> So *Stelter*, in: Scheurle/Mayen, TKG, 3. Aufl. 2018, § 77i Rn. 35.

<sup>183</sup> Siehe nur bspw. § 58 Abs. 3 LBO BW: „Die Baugenehmigung wird unbeschadet privater Rechte Dritter erteilt“.

<sup>184</sup> Siehe nur § 25 Landesenteignungsgesetz BW.

<sup>185</sup> BVerwGE 48, 56 (59); *Wysk*, in: Kopp/Ramsauer, VwVfG, 20. Aufl. 2019, § 74 Rn. 42; *Neumann/Külpmann*, in: Stelkens/Bonk/Sachs, VwVfG, 9. Aufl. 2018, § 74 Rn. 33.

<sup>186</sup> St. Rspr. seit BVerwGE 48, 56 (60); *Wysk*, in: Kopp/Ramsauer, VwVfG, 20. Aufl. 2019, § 74 Rn. 43; *Neumann/Külpmann*, in: Stelkens/Bonk/Sachs, VwVfG, 9. Aufl. 2018, § 74 Rn. 33 m. w. N.

<sup>187</sup> Vgl. *Ziekow*, VerwArch 2015, 528 (530).



einen Bedarf zu befriedigen. Dieser kann entweder im Rahmen einer Bedarfsplanung ermittelt und anschließend ggf. gesetzlich festgestellt worden sein.<sup>188</sup> In diesem Fall ist er auch für die Planrechtfertigung im Rahmen der Planfeststellung bindend vorgegeben (vgl. § 1 Abs. 1 BBPlG).<sup>189</sup> Fehlt es an einer gesetzlichen Bedarfsfeststellung, die sich allein im Rahmen des weiten gesetzgeberischen Einschätzungsspielraums halten muss,<sup>190</sup> ist der Bedarf im Rahmen der Planfeststellung nachzuweisen.<sup>191</sup> Die hieran sowie an die zeitliche Realisierbarkeit des Vorhabens gestellten Anforderungen bilden die maßgeblichen Grenzen für eine vorausschauende Planung<sup>192</sup> auch künftig erst zu realisierender Bündelungsoptionen. Danach ist es erforderlich, dass im Zeitpunkt der Planfeststellung die Voraussetzungen für eine umfassende einheitliche Planungsentscheidung vorliegen, wozu auch die Entscheidung über eine mögliche spätere Erweiterung und Bündelung i. S. e. gestuften Ausbaus zählt. Das Projekt muss mit allen, ggf. gestuft zu verwirklichenden Teilen umfassend bewertet und auch bereits zugelassen werden. Eine spätere Vorhabenerweiterung kann danach zumindest nicht allein in dem Sinne als Option festgestellt werden, dass im Zeitpunkt der Planfeststellung der Eintritt des künftigen Bedarfs und damit die Umsetzung der Option noch nicht hinreichend klar, d. h. nicht absehbar ist.<sup>193</sup> Fehlt es am hinreichend prognostizierten Bedarf für eine künftige zusätzliche Leitung, so sind auch hierauf bezogene bauliche Vorkehrungen wie Leerrohre nicht planfeststellungsfähig. Eine hiermit bezweckte bessere Berücksichtigungsfähigkeit von Nachhaltigkeitszielen wie die Einsparung von Kosten oder auch eine Schonung von Umweltbelangen durch eine Verminderung notwendiger Tief- und Hochbauarbeiten kann von den Erfordernissen der Planrechtfertigung, die sich insbesondere aus dem eigentumsrechtlichen Schutz der Positionen Drittbetroffener ergeben, nicht befreien.<sup>194</sup> Sie können – anders formuliert – nicht die aus anderen Gründen unzulässige Vorratsplanung rechtfertigen.<sup>195</sup>

Für die Grenzziehung zwischen zulässiger vorausschauender Planung einerseits und unzulässiger Vorratsplanung andererseits ergeben sich unabhängig von den Prognosemöglichkeiten zu dem konkrete zeitliche Grenzen hinsichtlich der Realisierung des Vorhabens. Danach ist eine Entscheidung über eine spätere Vorhabenerweiterung zwar auch dann möglich, wenn diese zunächst nur baulich, etwa durch Leerrohre vorbereitet werden soll. Betroffenen Eigentümern kann jedoch nicht zugemutet werden, dass diese auf unbestimmte Zeit in Unsicherheit darüber bleiben, ob ihr Eigentum tatsächlich für die vorgesehene Nutzung in Anspruch genommen wird oder nicht.<sup>196</sup> Aus der Rechtsposition der Eigentümer folgt deshalb die Notwendigkeit, dass im Zeitpunkt der Planfeststellung bereits feststeht, dass das Leitungsvorhaben selbst innerhalb eines bestimmten Zeitraums auch umgesetzt wird. Die Fachplanungsgesetze sehen hierfür vielfach

<sup>188</sup> So beispielsweise durch das Bundesbedarfsplangesetz für den Strom-Übertragungsnetzausbau; hiervon abweichend wird der Netzentwicklungsplan Gas nicht gesetzlich bestätigt, sondern erlangt allein für die Betreiber von Fernleitungsnetzen Verbindlichkeit gem. § 15a Abs. 3 S. 7 EnWG.

<sup>189</sup> Für das Bundesbedarfsplangesetz *Bourwieg*, in: Britz/Hellermann/Hermes, EnWG, 3. Aufl. 2015, § 12e Rn. 21; siehe auch BVerwG, Urteil v. 18.7.2013 – 7 A 4/12, juris Rn. 35.

<sup>190</sup> BVerwG, Urteil v. 18.7.2013 – 7 A 4/12, juris Rn. 36 f.

<sup>191</sup> *Wysk*, in: Kopp/Ramsauer, VwVfG, 20. Aufl. 2019, § 74 Rn. 44. Für die Bedarfsprognose für eine Gasleitung siehe OVG Münster, Urt. v. 4.9.2017 – 11 D 14/14.AK, juris Rn. 108 ff.

<sup>192</sup> Zu beiden siehe auch *Schlacke*, in: Dies./Beaucamp/Schubert, Infrastruktur-Recht, 2019, S. 207 (218 ff.).

<sup>193</sup> *Wysk*, in: Kopp/Ramsauer, VwVfG, 20. Aufl. 2019, § 74 Rn. 45; *Neumann/Külpmann*, in: Stelkens/Bonk/Sachs, VwVfG, 9. Aufl. 2018, § 74 Rn. 50; zu verschiedenen Fallkonstellationen siehe *Ziekow*, Die Berücksichtigung späterer Erweiterungsmöglichkeiten als Option in der straßenrechtlichen Planfeststellung, VerwArch 2015, 528 (538).

<sup>194</sup> Vgl. *Ziekow*, VerwArch 2015, 528 (539).

<sup>195</sup> Zu allgemein deshalb *Pleiner*, Überplanung von Infrastruktur, 2016, S. 387.

<sup>196</sup> BVerwG, NVwZ 1990, 860 (861); *Deutsch*, in: Mann/Sennekamp/Uechtritz, VwVfG, 2. Aufl. 2019, § 75 Rn. 195; *Ziekow*, VerwArch 2015, 528 (531).

zeitliche Fristen vor. Am weitestgehend sind insoweit die Fristen für den Übertragungsnetzausbau gem. § 43c Nr. 1 EnWG, wonach ein Vorhaben grundsätzlich innerhalb von zehn Jahren nach Unanfechtbarkeit des Planfeststellungsbeschlusses realisiert werden muss, wenn nicht die Frist ausnahmsweise um weitere fünf Jahre verlängert wird.<sup>197</sup> Jedenfalls über einen Zeitraum von fünfzehn Jahren hinaus dürfte auch der Gesetzgeber seine Bedarfsprognose nicht ausweiten können, ohne hierdurch die Rechte der betroffenen Eigentümer aus Art. 14 GG zu verletzen.<sup>198</sup>

#### 5.4.3.4 Zwischenergebnis

#### 5.4.4 Zwischenfazit: Materielle Bündelungsfragen

Das Recht sieht nicht dann eine Bündelung zwingend vor, wenn diese im Lichte einer Gesamtbeurteilung unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten vorteilhaft ist. Der Gesichtspunkt der Bündelung und die von ihr im Einzelfall profitierenden Belange und Interessen sind vielmehr nur einige wenige unter einer Vielzahl an Planungs- und Zulassungsbelangen, die in einem gestuften Verfahren miteinander in Einklang gebracht werden müssen. Die Prerogative liegt in diesem Prozess eindeutig beim Vorhabenträger. In Fällen der Überplanung vorhandener Infrastrukturen gehen von diesen auch gewisse faktische Anziehungskräfte aus, die sich im Rahmen der Entscheidungsverfahren als eine relative Präferenz für eine Bündelung auswirken.

### 5.5 Verfahrensrechtliche Bündelungsfragen

In verfahrensrechtlicher Hinsicht geht es vor allem um die Frage, ob verschiedene gebündelte Infrastrukturen in einem einheitlichen Verfahren zugelassen werden können. Hierfür kommt es darauf an, ob die verschiedenen Infrastrukturen ein Vorhaben im Sinne des jeweiligen Fachrechts darstellen oder aber als eigenständige Vorhaben zumindest in das Zulassungsverfahren der jeweils anderen Infrastruktur eingebunden werden (können). Wie oben beschrieben (5.3), erweist sich bei den hier zu betrachtenden Leitungsvorhaben das Planfeststellungs- bzw. Plan genehmigungsverfahren<sup>199</sup> als zentrales Zulassungsverfahren, sofern die Leitungen nicht – insbesondere bei Unterschreitung bestimmter Größen – lediglich fachrechtliche Einzelzulassungen bedürfen oder sogar verfahrensfrei sind.

#### 5.5.1 Einheitliches Zulassungsverfahren über Vorhabenbegriff

##### 5.5.1.1 Reichweite des Vorhabenbegriffs

Über den Vorhabenbegriff wird die sachliche und räumliche Reichweite einer Planfeststellung festgelegt und zugleich ihr Anwendungsbereich von anderen Zulassungsverfahren abgegrenzt. Die Planfeststellung reicht nämlich nur soweit wie das jeweilige Vorhaben reicht.<sup>200</sup> Die Befugnis zur Durchführung eines Planfeststellungsverfahrens muss sich dabei aus einer bestimmten Rechtsnorm ergeben (vgl. § 72 Abs. 1 VwVfG). Das zu prüfende Vorhaben muss die speziellen tatbestandlichen Voraussetzungen dieser Norm erfüllen. Es obliegt nämlich dem Gesetzgeber zu entscheiden, nach welchen rechtlichen Maßstäben ein Vorhaben einer behördlichen Kontrollent-

<sup>197</sup> Vgl. OVG Münster, Urt. v. 4.9.2017 – 11 D 14/14.AK, juris Rn. 113.

<sup>198</sup> Kritisch schon gegenüber dem maximal fünfzehnjährigen Realisierungszeitraum für planfestgestellte Höchstspannungsleitungen *Missling*, in: Danner/Theobald, *Energierrecht*, 101. EL 2019, § 43c EnWG Rn. 10; *Wysk*, in: Kopp/Ramsauer, *VwVfG*, 20. Aufl. 2019, § 75 Rn. 62a; großzügiger *Deutsch*, in: Mann/Sennekamp/Uechtritz, *VwVfG*, 2. Aufl. 2019, § 75 Rn. 211.

<sup>199</sup> Einfachheitshalber wird im Folgenden nur von einer Planfeststellung ausgegangen.

<sup>200</sup> Eingehend *Deutsch*, in: Mann/Sennekamp/Uechtritz, *VwVfG*, 2. Aufl. 2019, § 75 Rn. 29 ff.; *Wysk*, in: Kopp/Ramsauer, *VwVfG*, 20. Aufl. 2019, § 75 Rn. 12b; *Neumann/Külpmann*, in: Stelkens/Bonk/Sachs, *VwVfG*, 9. Aufl. 2018, § 75 Rn. 10.

scheidung in Form einer Planfeststellung mit ihren speziellen Voraussetzungen und Rechtsfolgen unterliegt oder aber anderen verfahrens- und materiell-rechtlichen Regelungen unterworfen sein soll.<sup>201</sup>

Nach § 75 Abs. 1 VwVfG wird durch die Planfeststellung „die Zulässigkeit des Vorhabens einschließlich der notwendigen Folgemaßnahmen an anderen Anlagen im Hinblick auf alle von ihm berührten öffentlichen Belange festgestellt; neben der Planfeststellung sind andere behördliche Entscheidungen, insbesondere öffentlich-rechtliche Genehmigungen, Verleihungen, Erlaubnisse, Bewilligungen, Zustimmungen und Planfeststellungen nicht erforderlich“. Durch die Planfeststellung werden zudem alle öffentlich-rechtlichen Beziehungen zwischen dem Träger des Vorhabens und den durch den Plan Betroffenen rechtsgestaltend geregelt. Einen gemeinsamen Begriff des Vorhabens für mehrere oder gar alle Rechtsgebiete gibt es jedoch nicht. Der Begriff des Vorhabens im Sinne von § 75 Abs. 1 S. 1 VwVfG ist weder tatsächlich noch funktional auszulegen, sondern allein „ermächtigungsgrundlagenbezogen“ nach Maßgabe des jeweils einschlägigen Fachrechts.<sup>202</sup> Wie der Begriff des Vorhabens zu verstehen ist, ergibt sich folglich aus dem jeweiligen Fachgesetz, das das Vorhaben einer Planfeststellung unterstellt,<sup>203</sup> auch wenn dieses das Vorhaben regelmäßig nur schlagwortartig beschreibt.<sup>204</sup> Auf die subjektiven Vorstellungen des Vorhabenträgers im Antrag kommt es nicht an.<sup>205</sup> Dies gilt selbst dann, wenn Teile des Vorhabens funktional und im Hinblick auf ihren Nutzungszweck mit dem eigentlichen Vorhaben in Zusammenhang stehen sollten, jedoch nicht unter den fachrechtlichen Vorhabenbegriff fallen.<sup>206</sup> Der Gegenstand des konkreten Planfeststellungsverfahrens wird zwar durch den Antrag des Vorhabenträgers bestimmt, jedoch nur innerhalb der Grenzen des materiellen Vorhabenbegriffs nach dem jeweiligen Fachgesetz. Daran ändert auch das der Planfeststellung zugrundeliegende Ziel der umfassenden Problembewältigung nichts, wenn dies eine Überschreitung der Grenzen einer sachgerechten Auslegung der fachgesetzlichen Rechtsgrundlage bedeutet.<sup>207</sup> Dies gilt auch dann, wenn dadurch eine umfassende planerische Problembewältigung nur schwer möglich ist und die Abstimmung der unterschiedlichen Verfahren äußerst langwierig, komplex und damit auch fehlerträchtig sein mag.<sup>208</sup> Solange der Gesetzgeber für ein bestimmtes (Gesamt-)Vorhaben keine einheitliche Planfeststellung durch eine fachgesetzliche Rechtsgrundlage ermöglicht,<sup>209</sup> ist der Vorhabenträger gezwungen, die jeweils für die verschiedenen Teile eines Gesamtvorhabens geltenden Verfahren durchzuführen und Zulassungen einzuholen.<sup>210</sup>

Vor diesem Hintergrund scheidet ein einheitliches Planfeststellungs- bzw. Plangenehmigungsverfahren für verschiedene Leitungsvorhaben aus. Zwar unterfallen den Leitungsvorhaben nach dem jeweiligen Fachrecht in der Regel alle betriebsbezogenen Anlagenteile. So erfasst etwa der Begriff der Rohrleitungsanlage im Sinne des UVPG die Rohrleitung als solche und darüber hinaus alle dem Leitungsbetrieb dienenden Einrichtungen, wie Pump-, Abzweig-, Übergabe-, Absperr- und Entlastungsstationen sowie Verdichter-, Regel- und Messanlagen (vgl. auch § 2 Abs. 2 S. 2

<sup>201</sup> BVerwG, Urt. v. 19.02.2015 – 7 C 11/12, juris Rn. 19.

<sup>202</sup> VG Köln, Urt. v. 11.08.2009 – 14 K 4720/06, juris Rn. 51; *Christner*, jurisPR-UmwR 10/2015, Anm 2, C.

<sup>203</sup> BVerwG, Urt. v. 19.02.2015 – 7 C 11/12, juris Rn. 19; BVerwG, Ur. v. 13.12.1991 – 7 C 25/90, juris Rn. 22.

<sup>204</sup> *Deutsch*, in: Mann/Sennekamp/Uechtritz, VwVfG, 2. Aufl. 2019, § 75 Rn. 30.

<sup>205</sup> VG Köln, Urt. v. 11.08.2009 – 14 K 4720/06, juris Rn. 55 f.

<sup>206</sup> BVerwG, Urt. v. 19.02.2015 – 7 C 11/12, juris Rn. 21 ff., insbes. Rn. 23; dagegen für eine eher funktionsgerechte Auslegung *Kämper*, NVwZ 2015, 1076, 1077.

<sup>207</sup> BVerwG, Urt. v. 19.02.2015 – 7 C 11/12, juris Rn. 26, 31; *Christner*, jurisPR-UmwR 10/2015, Anm 2, C.

<sup>208</sup> *Kämper*, NVwZ 2015, 1076.

<sup>209</sup> Vgl. am Beispiel eines „Hafens“ *Kämper*, NVwZ 2015, 1076, 1077.

<sup>210</sup> *Christner*, jurisPR-UmwR 10/2015, Anm 2, D.

RohrFLtgV).<sup>211</sup> Auch im EnWG erfasst z. B. der Begriff der Stromleitung neben dem Kabel auch Trägereinrichtungen wie Masten, Sockel und Fundamente.<sup>212</sup> Diese Anlagenteile sind nämlich mit der Leitung funktionell untrennbar bzw. zwangsläufig verbunden und daher Bestandteil des Vorhabens.<sup>213</sup> Insoweit wird bei Energieanlagen im Sinne des § 3 Nr. 15 EnWG ein generell weites Begriffsverständnis zugrunde gelegt.<sup>214</sup> Dagegen fallen andere eigenständige Leitungsvorhaben nicht hierunter. Sie sind untereinander funktionell zu trennen und auch nicht miteinander verbunden.

### 5.5.1.2 Integration von Neben- und Begleitmaßnahmen

In das Zulassungsverfahren integriert werden in der Regel auch sog. Nebenanlagen bzw. Begleitmaßnahmen. Sie sind zwar nicht unmittelbar Bestandteil des Vorhabens, aber für dessen Betrieb notwendig. So können etwa nach § 43 Abs. 2 S. 1 Nr. 1 EnWG „die für den Betrieb von Energieleitungen notwendigen Anlagen, insbesondere Konverterstationen, Phasenschieber, Verdichterstationen, Umspannanlagen und Netzverknüpfungspunkte (...) in das Planfeststellungsverfahren für die Strom- bzw. Gasleitung integriert werden“ (vgl. auch § 18 Abs. 2 NEBEG).<sup>215</sup> Die Regelung dient der Verfahrensbeschleunigung<sup>216</sup> und ist bezüglich der aufgezählten Anlagen, die in das Verfahren integriert werden können, nicht abschließend („insbesondere“). Allerdings beziehen sich derartige Nebenanlagen immer nur auf das jeweilige Leitungsvorhaben bzw. die hierfür notwendigen Betriebsanlagen.<sup>217</sup> Andere Leitungsvorhaben sind davon nicht umfasst. Diese sind vielmehr ihrerseits Haupt- und nicht bloße Nebenanlagen.<sup>218</sup>

### 5.5.2 Einheitliches Zulassungsverfahren nach § 75 Abs. 1 S. 1 VwVfG (Folgemaßnahmen)

Die Planfeststellung erstreckt sich nach § 75 Abs. 1 S. 1 VwVfG auch auf die „notwendigen Folgemaßnahmen an anderen Anlagen“. Hierunter fallen alle Maßnahmen außerhalb des eigentlichen Vorhabens, die für eine angemessene Entscheidung über die Probleme, die durch das Vorhaben aufgeworfenen werden, erforderlich sind.<sup>219</sup> Ihre Einbeziehung dient der Vorbeugung und Lösung von Problemen, die durch das Vorhaben für die Funktionsfähigkeit an anderen Anlagen entstehen (Gebot der Problembewältigung).<sup>220</sup> In der Folge führt § 75 Abs. 1 S. 1 VwVfG zu einem gesetzlichen Zuständigkeitswechsel und hat damit kompetenzerweiternde Wirkung, weil

<sup>211</sup> Wilrich, NVwZ 2003, 787; Beckmann, in: Hoppe/Beckmann/Kment, UVPG, 5. Aufl. 2018, § 65 Rn. 12.

<sup>212</sup> Pielow, in: Säcker, Berliner Kommentar zum Energierecht, 4. Aufl. 2019, § 43 Rn. 18. Anders aber zum Beispiel im Bau-recht, wonach das Kabel einer Stromleitung keine bauliche Anlage in Sinne des Bauordnungsrechts ist, vgl. *Hermes/Kupfer*, in: Britz/Hellermann/Hermes, 3. Aufl. 2015, § 43 Rn. 12d. Dabei kann es durchaus umstritten sein, welche Anlagen genau dem Leitungsvorhaben in diesem Sinne noch zugeordnet werden können, vgl. *Greinacher*, in: Elspas/Graßmann/Rasbach, EnWG, 2018, § 43 Rn. 9 am Beispiel einer Sammelschiene.

<sup>213</sup> Pielow, in: Säcker, Berliner Kommentar zum Energierecht, 4. Aufl. 2019, § 43 Rn. 18.

<sup>214</sup> Hellermann, in: Britz/Hellermann/Hermes, EnWG, 3. Aufl. 2015, § 3 Rn. 30.

<sup>215</sup> Dabei ist nach Halbsatz 2 sogar eine nachträgliche Integration in die Entscheidung zur Planfeststellung durch Planergän-zungsverfahren möglich, solange die Entscheidung zur Planfeststellung gilt; näher *Elspaß*, NVwZ 2014, 489, 492.

<sup>216</sup> BT-Drs. 17/6073, S. 28, 34; Pielow, in: Säcker, Berliner Kommentar zum Energierecht, 4. Aufl. 2019, § 43 Rn. 18; Kment, in: Kment, EnWG, 2. Aufl. 2019, § 43 Rn. 31.

<sup>217</sup> *Missling*, in: Danner/Theobald, Energierecht, 101. EL 2019, § 43 EnWG Rn. 17d; Pielow, in: Säcker, Berliner Kommentar zum Energierecht, 4. Aufl. 2019, § 43 Rn. 18.

<sup>218</sup> Vgl. *Greinacher*, in: Elspas/Graßmann/Rasbach, EnWG, 2018, § 43 Rn. 9.

<sup>219</sup> BVerwG, Urt. v. 19.02.2015 – 7 C 10/12, juris Rn. 30; *Gaentzsch*, DVBl 2012, 129, 131.

<sup>220</sup> BVerwG, Urt. v. 06.10.2010 – 9 A 12/09, juris Rn. 21.

nicht mehr die eigentlich zuständige Behörde über die Zulassung der Folgemaßnahme entscheidet, sondern die Planfeststellungsbehörde.<sup>221</sup>

Zwar bezieht sich dies auf Anlagen, die – wie parallele Leitungsvorhaben – gerade nicht Teil des eigentlichen Vorhabens sind („andere“ Anlagen).<sup>222</sup> Aber auch hierüber lässt sich kein einheitliches Planfeststellungsverfahren für verschiedene Leitungsvorhaben herleiten. Wegen der damit einhergehenden Verlagerung der Planungskompetenz auf die Planfeststellungsbehörde wird der Begriff der notwendigen Folgemaßnahme nämlich eng ausgelegt und daher räumlichen und sachlichen Beschränkungen unterworfen.<sup>223</sup> Solche Maßnahmen müssen von den Planungen des Vorhabenträgers veranlasst sein<sup>224</sup> und dürfen über den Anschluss und die Anpassung des Vorhabens an andere Anlagen nicht wesentlich hinausgehen.<sup>225</sup> Eine Folgemaßnahme ist selber kein eigenständiges Vorhaben.<sup>226</sup> Zudem beziehen sich Folgemaßnahmen in aller Regel auf bereits bestehende und nicht auf neu zu errichtende Anlagen.<sup>227</sup>

Die Errichtung zusätzlicher paralleler Leitungsvorhaben ist insofern keine bloße Anschluss- oder Anpassungsmaßnahme in diesem Sinne, vielmehr sind diese selber Anlagen bzw. eigenständige Vorhaben. Anders als bei einer additiven Bündelung sollen die Leitungen bei einer integrierten Bündelung zudem alle gleichzeitig errichtet werden, so dass es hier auch nicht um Maßnahmen an bestehenden Anlagen ginge. Dass es zweckmäßig, nützlich oder ökonomisch sinnvoll wäre, verschiedene Vorhaben in einem einheitlichen Planfeststellungsverfahren zulassen zu können, reicht zur Einordnung als notwendige Folgemaßnahme nicht aus.<sup>228</sup>

### 5.5.3 Einheitliches Zulassungsverfahren nach § 78 VwVfG (Zusammentreffen mehrerer Vorhaben)

Fraglich ist, ob für verschiedene Leitungsvorhaben ein einheitliches Planfeststellungsverfahren nach § 78 Abs. 1 VwVfG durchgeführt werden kann. Hiernach gilt:

„Treffen mehrere selbstständige Vorhaben, für deren Durchführung Planfeststellungsverfahren vorgeschrieben sind, derart zusammen, dass für diese Vorhaben oder für Teile von ihnen nur eine einheitliche Entscheidung möglich ist, und ist mindestens eines der Planfeststellungsverfahren bundesrechtlich geregelt, so findet für diese Vorhaben oder für deren Teile nur ein Planfeststellungsverfahren statt.“

Die Vorschrift regelt das Zusammentreffen mehrerer Vorhaben und führt unter den genannten Bedingungen zu einer Zuständigkeits-, Verfahrens- und Entscheidungskonzentration.<sup>229</sup> Es ergeht daher durch die eine zuständige Behörde in einem einheitlichen Planfeststellungsverfahren ein einheitlicher Planfeststellungsbeschluss für die betroffenen Vorhaben. Die materielle

<sup>221</sup> BVerwG, Urt. v. 01.07.1999 – 4 A 27/98, juris Rn. 25; OVG Lüneburg, Urt. v. 31.07.2018 – 7 KS 17/16, juris Rn. 91 a. E.; *Neumann/Külpmann*, in: *Stelkens/Bonk/Sachs, VwVfG*, 9. Aufl. 2018, § 75 Rn. 8.

<sup>222</sup> Dies erfasst auch Maßnahmen, die ihrerseits einer Planfeststellung oder Plangenehmigung unterliegen, *Gaentzsch*, DVBl 2012, 129; *Wysk*, in: *Kopp/Ramsauer, VwVfG*, 20. Aufl. 2019, § 75 Rn. 10b.

<sup>223</sup> BVerwG, Beschl. v. 03.05.2016 – 3 B 5/16, juris Rn. 8; *Ronellenfitsch*, *VerwArch* 1997, 175, 180 f.

<sup>224</sup> OVG Hamburg, Beschl. v. 23.10.2014 – 1 Es 4/14.P, juris Rn. 25.

<sup>225</sup> BVerwG, Urt. v. 06.10.2010 – 9 A 12/09 –, juris Rn. 21.

<sup>226</sup> *Kirchberg*, in: *Ziekow, Handbuch des Fachplanungsrechts*, 2. Aufl. 2014, § 2 Rn. 181; *Neumann/Külpmann*, in: *Stelkens/Bonk/Sachs, VwVfG*, 9. Aufl. 2018, § 78 Rn. 4.

<sup>227</sup> Vgl. BVerwG, Urt. v. 01.07.1999 – 4 A 27/98, juris Rn. 25; *Erbguth/Schubert*, DVBl 2010, 1521, 1522.

<sup>228</sup> BVerwG, Beschl. v. 13.07.2010 – 9 B 103/09, juris Rn. 4.

<sup>229</sup> Vgl. OVG Hamburg, Urt. v. 02.06.2005 – 2 Bf 345/02, juris Rn. 142; *Ronellenfitsch*, in: *Bader/Ronellenfitsch, VwVfG*, 2. Aufl. 2016, § 78 Rn. 25; *Masing/Schiller*, in: *Obermayer/Funke-Kaiser, VwVfG*, 5. Aufl. 2018, § 78 Rn. 20.

Selbständigkeit der Vorhaben, d. h. die fachrechtlichen Anforderungen an die jeweiligen Vorhaben, bleibt davon – wie auch sonst – unberührt.<sup>230</sup> Wegen der Verschiebung und Änderung der gesetzlichen Verfahrenszuständigkeit gelten auch hier hohe Anforderungen an die Anwendung von § 78 VwVfG.<sup>231</sup> Solche Verfahren sind daher eher die Ausnahme.<sup>232</sup>

Voraussetzung für ein einheitliches Verfahren ist zunächst die Planfeststellungspflichtigkeit der Vorhaben, wobei sich mindestens eine davon aus Bundesrecht ergeben muss (z. B. Gas-/Stromleitungen nach dem EnWG oder Wasserfernleitungen nach dem UVPG).<sup>233</sup> Über ihren Wortlaut hinaus wird die Regelung auch auf (lediglich) plangenehmigungspflichtige Vorhaben analog angewendet.<sup>234</sup> Dagegen sind Leitungsvorhaben, die keiner Planfeststellungs-/Plangenehmigungspflicht unterliegen, hiervon nicht umfasst. § 78 VwVfG kann hier auch nicht analog angewendet werden.<sup>235</sup> Für diese Vorhaben sind dann die ggf. notwendigen Zulassungen gesondert einzuholen (z. B. Baugenehmigung etc.). Es kommt daher entscheidend auch auf die vielfach vorgesehenen Längen- und Größenvorgaben für die Planfeststellungspflicht eines Vorhabens an. So sind Gasversorgungsleitungen erst ab einem Durchmesser von über 300 Millimeter planfeststellungspflichtig (§ 43 Abs. 1 S. 1 Nr. 5 EnWG). Bei Wasserfernleitungen kommt es auf eine Länge von mindestens 10 Kilometer an (§ 65 Abs. 2 S. 2, S. 3 i. V. m. Nr. 19.8.1 Anlage 1 UVPG). Nicht erforderlich ist es dagegen nach herrschender Auffassung, dass es sich um Vorhaben von verschiedenen Vorhabenträgern handelt; auch verschiedene Vorhaben von einem Vorhabenträger können unter § 78 VwVfG fallen.<sup>236</sup>

Allerdings muss es sich bei den Vorhaben um „selbstständige Vorhaben“ handeln. Die Vorhaben dürfen daher keine bloße Folgemaßnahme eines anderen Vorhabens im Sinne des § 75 Abs. 1 S. 1 VwVfG sein (siehe oben)<sup>237</sup> und müssen darüber hinaus unabhängig voneinander entstanden sein und geplant und durchgeführt werden können.<sup>238</sup> Sie dürfen sachlich und funktionell nicht aufeinander bezogen sein, insbesondere darf das eine Vorhaben nicht das andere auslösen oder nach sich ziehen.<sup>239</sup> Es muss sich vielmehr um eigenständige Planungen handeln, deren gleichzeitige Verwirklichung sich mehr oder weniger zufällig ergibt.<sup>240</sup> Keines der Vorhaben darf vom anderen dergestalt abhängen, dass bei einem Wegfall des einen Vorhabens die Notwendigkeit oder Zweckmäßigkeit zur Realisierung des anderen Vorhabens entfällt.<sup>241</sup> Darüber hinaus müssen nach 78 Abs. 1 VwVfG die Vorhaben derart zusammentreffen, „dass für diese Vorhaben oder

<sup>230</sup> BVerwG, Urt. v. 23.02.2006 – 4 A 5/04, juris Rn. 39; VGH Mannheim, Urt. v. 20.11.2018 – 5 S 2138/16, juris 96; *Ronellenfitsch*, in: Bader/Ronellenfitsch, VwVfG, 2. Aufl. 2016, § 78 Rn. 25.

<sup>231</sup> Vgl. *Wysk*, in: Kopp/Ramsauer, VwVfG, 20. Aufl. 2019, § 78 Rn. 7.

<sup>232</sup> BVerwG, Urt. v. 14.03.2018 – 4 A 5/17, Rn. 31.

<sup>233</sup> Siehe aber darüber hinaus die landesrechtlichen Vorschriften, über die auch Planfeststellungs-/Plangenehmigungspflichten nach Landesrecht erfasst werden (z. B. Art. 78 Abs. 1 BayVwVfG).

<sup>234</sup> *Deutsch*, in: Mann/Sennekamp/Uechtritz, VwVfG, 2. Aufl. 2019, § 78 Rn. 39 f.; *Ronellenfitsch*, in: Bader/Ronellenfitsch, VwVfG, 2. Aufl. 2016, § 78 Rn. 26; *Huck*, in: Huck/Müller, VwVfG, 2. Aufl. 2016, § 78 Rn. 5.

<sup>235</sup> BVerwG, Urt. v. 19.02.2015 – 7 C 11/12, juris Rn. 40.

<sup>236</sup> BVerwG, Urt. v. 14.03.2018 – 4 A 5/17, Rn. 29; BVerwG, Urt. v. 18.07.2013 – 7 A 4/12, juris Rn. 21; *Ronellenfitsch*, in: Bader/Ronellenfitsch, VwVfG, 2. Aufl. 2016, § 78 Rn. 14; a. A. *Kirchberg*, in: Ziekow, Handbuch des Fachplanungsrechts, 2. Aufl. 2014, § 2 Rn. 182.

<sup>237</sup> OVG Magdeburg, Urt. v. 10.10.2013 – 2 K 98/12, juris Rn. 57; *Masing/Schiller*, in: Obermayer/Funke-Kaiser, VwVfG, 5. Aufl. 2018, § 78 Rn. 4, 8; *Wysk*, in: Kopp/Ramsauer, VwVfG, 20. Aufl. 2019, § 78 Rn. 6.

<sup>238</sup> OVG Lüneburg, Urt. v. 06.06.2007 – 7 LC 97/06, juris Rn. 59; *Ronellenfitsch*, in: Bader/Ronellenfitsch, VwVfG, 2. Aufl. 2016, § 78 Rn. 14; *Masing/Schiller*, in: Obermayer/Funke-Kaiser, VwVfG, 5. Aufl. 2018, § 78 Rn. 8.

<sup>239</sup> OVG Magdeburg, Urt. v. 10.10.2013 – 2 K 98/12, juris Rn. 90; *Ronellenfitsch*, in: Bader/Ronellenfitsch, VwVfG, 2. Aufl. 2016, § 78 Rn. 14.

<sup>240</sup> OVG Magdeburg, Urt. v. 10.10.2013 – 2 K 98/12, juris Rn. 57; OVG Lüneburg, Urt. v. 06.06.2007 – 7 LC 97/06, juris Rn. 59; *Neumann/Külpmann*, in: Stelkens/Bonk/Sachs, VwVfG, 9. Aufl. 2018, § 78 Rn. 6.

<sup>241</sup> BVerwG, Urt. v. 18.04.1996 – 11 A 86/95, juris Rn. 29; OVG Magdeburg, Urt. v. 10.10.2013 – 2 K 98/12, juris Rn. 57; *Neumann/Külpmann*, in: Stelkens/Bonk/Sachs, VwVfG, 9. Aufl. 2018, § 78 Rn. 6.

für Teile von ihnen nur eine einheitliche Entscheidung möglich ist“. Dies ist nicht schon dann der Fall, wenn planerisch erhebliche Belange des einen Verfahrens auch im anderen Verfahren sinnvollerweise nur durch Verfahrensbeteiligung angemessen erfasst und bewältigt werden können.<sup>242</sup> Hierfür müssen die Vorhaben vielmehr untereinander einen erheblichen Koordinierungsbedarf auslösen, wie er vor allem im Falle von erforderlichen gemeinsamen Baumaßnahmen und einer starken räumlichen Verflechtungen gegeben sein kann.<sup>243</sup> Die räumliche Überschneidung oder Parallelführung von Trassen ist hierfür ein starkes Indiz.<sup>244</sup>

Ob die Voraussetzungen eines einheitlichen Zulassungsverfahrens nach § 78 VwVfG gegeben sind, ist damit letztlich eine Frage des Einzelfalls<sup>245</sup>. Die gebündelte Verlegung verschiedener Leitungsinfrastrukturen im Rahmen einer Baumaßnahme dürfte jedoch regelmäßig eine Verflechtungen auf verhältnismäßig engem Raum darstellen, bei der die Bewältigung der vielfältigen Konflikte eine Koordinierung der Vorhaben erforderlich macht, die nicht mehr durch bloße gegenseitige Rücksichtnahme und Abstimmung der Vorhabenträger geleistet werden kann, sondern sinnvollerweise nur durch eine „einheitliche Entscheidung“ nach § 78 VwVfG<sup>246</sup>. Die einzelnen Infrastrukturen sind zudem „selbstständige Vorhaben“, da der Bedarf hierfür (z. B. nach Erdgas, Strom oder Wasser) unabhängig voneinander besteht bzw. entstanden ist und die Infrastrukturen nicht dergestalt voneinander abhängig sind, dass das eine Vorhaben das andere auslöst oder nach sich zieht bzw. mit dem Entfallen einer Infrastruktur die andere entfällt. Damit kommt es für ein einheitliches Verfahren nach § 78 Abs. 1 VwVfG maßgeblich noch darauf an, ob die bzw. alle Infrastrukturen überhaupt planfeststellungs- oder zumindest plangenehmigungspflichtig sind. Erfüllen einzelne Infrastrukturen diese Anforderung nicht, kann ihre Zulassung nicht über § 78 Abs. 1 VwVfG integriert werden.

#### 5.5.4 Einheitliches Zulassungsverfahren nach §§ 2 Abs. 3, 26 NABEG

Über die bislang aufgezählten allgemeinen Regelungen hinaus sieht das NABEG Sonderregelungen zur Vorhabenbündelung vor<sup>247</sup>. So sieht § 2 Abs. 3 S. 1 NABEG vor, dass die Bundesfachplanung bzw. die Planfeststellung nach dem NABEG auch für den Neubau von Hochspannungsleitungen mit einer Nennspannung von mindestens 110 Kilovolt sowie für Bahnstromfernleitungen gelten, sofern diese Leitungen zusammen mit einer NABEG-Höchstspannungsleitung auf einem Mehrfachgestänge geführt werden können und die Planungen so rechtzeitig beantragt werden, dass die Einbeziehung ohne wesentliche Verzögerung für die Bundesfachplanung oder Planfeststellung möglich ist. Nach § 26 NABEG kann zudem in einem Planfeststellungsverfahren für ein NABEG-Vorhaben eine einheitliche Entscheidung auch für eine Hochspannungsleitung mit einer Nennspannung von 110 Kilovolt oder mehr oder eine Bahnstromfernleitung beantragt werden, sofern diese Leitungen auf einem Mehrfachgestänge geführt werden. Beide Regelungen gelten entsprechend „für Erdkabel, sofern diese im räumlichen und zeitlichen Zusammenhang mit der Baumaßnahme eines Erdkabelvorhabens nach § 2 Absatz 1 mitverlegt werden“ (§ 2 Abs. 3 S. 2, § 26 S. 2 NABEG). Die Verfahren richten sich in diesen Fällen einheitlich nach den Vorgaben des NABEG. Da es sich hierbei um Spezialfälle einer Bündelung von Stromleitungen handelt, die Fälle von unterschiedlichen Arten von Energieleitungen gerade nicht erfasst, soll dies hier nicht weiter Gegenstand der Untersuchung sein.

<sup>242</sup> *Wysk*, in: Kopp/Ramsauer, VwVfG, 20. Aufl. 2019, § 78 Rn. 7.

<sup>243</sup> BVerwG, Urt. v. 18.04.1996 – 11 A 86/95, juris Rn. 29 ff.; *Wysk*, in: Kopp/Ramsauer, VwVfG, 20. Aufl. 2019, § 78 Rn. 7.

<sup>244</sup> BVerwG, Urt. v. 18.04.1996 – 11 A 86/95, juris Rn. 30; BVerwG, Urt. v. 09.02.2005 – 9 A 62/03, juris Rn. 27; *Neumann/Külpmann*, in: Stelkens/Bonk/Sachs, VwVfG, 9. Aufl. 2018, § 78 Rn. 11 f.

<sup>245</sup> *Neumann/Külpmann*, in: Stelkens/Bonk/Sachs, VwVfG, 9. Aufl. 2018, § 78 Rn. 11.

<sup>246</sup> Vgl. BVerwG, Urt. v. 18.04.1996 – 11 A 86/95, juris Rn. 31.

<sup>247</sup> Siehe *Wolfshohl/Scheuten*, in: de Witt/Scheuten, NABEG, 2013, § 2 Rn. 31, 33.

### 5.5.5 Abschnittsbildung im Fachplanungsrecht

Eine Bündelung unterschiedlicher Infrastrukturen kann ein zusätzliches Bedürfnis für eine Abschnittsbildung auslösen, insbesondere, wenn z. B. einzelne Infrastrukturen nicht über die Gesamtlänge gebündelt werden oder früher errichtet werden sollen als andere. Vor allem bei linienförmigen Planungen wie Energieleitungen können häufig nur über eine Abschnittsbildung überschaubare Zulassungsverfahren gebildet werden.<sup>248</sup> Die Abschnittsbildung bezeichnet die Aufteilung eines Gesamtvorhabens in mehrere einzelne Planfeststellungsabschnitte und damit in einzelne Planfeststellungsverfahren bzw. Vorhaben im Sinne des § 73 Abs. 1 S. VwVfG.<sup>249</sup> Als Folge werden die einzelnen Abschnitte des Gesamtvorhabens gesondert planfestgestellt. Im Hinblick auf eine förmliche UVP ist diese dann nur für den jeweiligen Abschnitt durchzuführen und nur diesbezüglich müssen die notwendigen Unterlagen für die UVP eingereicht werden, da der fachplanerische Begriff des Vorhabens mit dem Projektbegriff der UVP-RL identisch ist<sup>250</sup>. Die Abschnittsbildung fußt in ihrer Rechtsgrundlage auf einer richterrechtlichen Ausprägung des Abwägungsgebots<sup>251</sup> und ist mittlerweile z. B. im NABEG ausdrücklich geregelt.<sup>252</sup> Die Entscheidung über eine solche Aufteilung in mehrere Abschnitte obliegt dabei grundsätzlich dem Vorhabenträger (siehe aber etwa für die Bundesfachplanung § 5 Abs. 8 S. 2 NABEG).<sup>253</sup>

Eine Abschnittsbildung ermöglicht zwar einerseits eine Abschichtung und Bewältigung der in den einzelnen Abschnitten auftretenden Fragen und Probleme, jedoch kann ein einzelner Abschnitt nicht gänzlich isoliert beurteilt werden, da er seine Rechtfertigung aus den Zielsetzungen des Gesamtvorhabens ableitet.<sup>254</sup> Jeder Abschnitt ist zwar rechtlich selbstständig, dennoch zugleich darauf angelegt, mit den übrigen Planungsabschnitten ein übergreifendes Plankonzept zu vervollständigen. Dies erfordert auf Ebene des einzelnen Abschnitts eine Prognose, dass der Verwirklichung des Gesamtvorhabens in den nachfolgenden Abschnitten – die nicht schon Gegenstand eines konkreten Planfeststellungsverfahrens sein müssen – keine von vornherein unüberwindbaren Hindernisse entgegenstehen.<sup>255</sup> Deshalb muss bei jedem Abschnitt insoweit zugleich ein vorläufiges positives Gesamturteil über das Gesamtvorhaben ergehen.<sup>256</sup> Es muss also geprüft werden, ob das Gesamtvorhaben rechtlich und tatsächlich realisierbar ist, oder ob sich in anderen Abschnitten unüberwindbare Schwierigkeiten ergeben.<sup>257</sup> Im eingereichten Plan sind daher die weiteren Abschnitte soweit wie möglich darzustellen, damit die Auswirkungen des gesamten Vorhabens beurteilt werden können.<sup>258</sup> Das Gesamtvorhaben muss voraussichtlich genehmigungsfähig sein, es darf zu keinem Planungstorso kommen.<sup>259</sup>

<sup>248</sup> *Kment/Pleiner*, DVBl. 2015, 542, 543; *Wysk*, in: Kopp/Ramsauer, VwVfG, 20. Aufl. 2019, § 72 Rn. 30.

<sup>249</sup> *Lieber*, in: Mann/Sennekamp/Uechtritz, VwVfG, 2. Aufl. 2019, § 74 Rn. 278.

<sup>250</sup> BVerwG, Urt. v. 14.03.2018 – 4 A 11/17, juris Rn. 36; *Neumann/Külpmann*, in: Stelkens/Bonk/Sachs, VwVfG, 9. Aufl. 2018, § 73 Rn. 25; *Kment/Pleiner*, DVBl. 2015, 542, 544.

<sup>251</sup> BVerwG, Urt. v. 18.07.2013 – 7 A 4/12, juris Rn. 50; OVG Münster, Urt. v. 17.11.2014 – 11 D 88/11.AK, juris Rn. 91; *Kment/Pleiner*, DVBl. 2015, 542, 543.

<sup>252</sup> Siehe §§ 5 Abs. 8, 11 Abs. 1 S. 2, 19 S. 2 NABEG.

<sup>253</sup> *Neumann/Külpmann*, in: Stelkens/Bonk/Sachs, VwVfG, 9. Aufl. 2018, § 73 Rn. 23.

<sup>254</sup> *Wysk*, in: Kopp/Ramsauer, VwVfG, 20. Aufl. 2019, § 72 Rn. 31.

<sup>255</sup> BVerwG, Urt. v. 18.07.2013 – 7 A 4/12, juris Rn. 50; BVerwG, Urt. v. 30.01.2008 – 9 A 27/06, juris Rn. 43; *Neumann/Külpmann*, in: Stelkens/Bonk/Sachs, VwVfG, 9. Aufl. 2018, § 73 Rn. 23.

<sup>256</sup> BVerwG, Urt. v. 14.03.2018 – 4 A 11/17, juris Rn. 36; *Neumann/Külpmann*, in: Stelkens/Bonk/Sachs, VwVfG, 9. Aufl. 2018, § 73 Rn. 23; *Wysk*, in: Kopp/Ramsauer, VwVfG, 20. Aufl. 2019, § 72 Rn. 31; *Kment/Pleiner*, DVBl. 2015, 542, 543 f.

<sup>257</sup> *Wysk*, in: Kopp/Ramsauer, VwVfG, 20. Aufl. 2019, § 74 Rn. 40.

<sup>258</sup> BVerwGE 66, 99, 110; *Neumann/Külpmann*, in: Stelkens/Bonk/Sachs, VwVfG, 9. Aufl. 2018, § 73 Rn. 25.

<sup>259</sup> OVG Münster, Urt. v. 17.11.2014 – 11 D 88/11.AK, juris Rn. 96.



Die darüber hinaus bei Straßenbauvorhaben geltenden verschärften Anforderungen an die Planrechtfertigung von Abschnitten im Sinne einer selbstständigen Verkehrsfunktion eines jeden Abschnitts finden bei Energieleitungen nach jüngerer Rechtsprechung keine Anwendung.<sup>260</sup> Die einzelnen Abschnitte müssen daher keine selbstständige Versorgungsfunktion aufweisen.

### 5.5.6 Verfahrenserleichterungen bei Überplanungen

Auch bei der Frage nach Verfahrenserleichterungen für die Überplanung bereits vorhandener Infrastrukturen, worunter auch die additive Bündelung von Leitungen gefasst werden kann, zeigt sich, dass das Verfahrensrecht stark auf die Zulassung von einzelnen Vorhaben ausgerichtet ist. So lassen sich zwar sowohl auf der Ebene vorgelagerter Planungen als auch auf Zulassungsebene Verfahrenserleichterungen für Überplanungen identifizieren. Diese dürften jedoch allein auf die Änderung eines Vorhabens Anwendung finden, nicht aber auf die Bündelung einer vorhandenen Infrastruktur mit einer hiervon verschiedenen weiteren, wie es in INTEGRIS im Mittelpunkt steht. Dies folgt daraus, dass Verfahrenserleichterungen auf Zulassungsebene regelmäßig auf Tatbestandseite die Änderung eines Vorhabens oder einen Fall von unwesentlicher Bedeutung voraussetzen. Ersteres etwa bei den fachplanerischen Vorschriften der §§ 43f EnWG und § 25 NABEG oder bei der immissionsschutzrechtlichen Vorschrift des § 15 BImSchG, wo das Vorliegen nur einer unwesentlichen Änderung jeweils dazu führt, dass allein eine Anzeigepflicht und nicht eine Genehmigungspflicht besteht. Die allgemeine fachplanerische Vorschrift des § 74 Abs. 7 VwVfG, die für Fälle von unwesentlicher Bedeutung einen Verzicht der Durchführung eines Planfeststellungs- und Plangenehmigungsverfahrens vorsehen, findet ebenfalls auf die Bündelung einer neuen Infrastruktur mit einem andersartigen Vorhaben keine Anwendung. Auch das Umweltverfahrensrecht des Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetzes (UVPG) knüpft Verfahrenserleichterungen nach § 9 UVPG an das Vorliegen einer Änderung eines Vorhabens i. S. d. UVPG, so dass diese auf das Hinzukommen einer neuen Infrastruktur nicht anwendbar sind.

## 5.6 Informations- und Zugriffsrechte

Sowohl die anfängliche als auch die nachträgliche Bündelung unterschiedlicher leitungsgebundener Infrastrukturen setzt nicht nur zahlreiche Informationen über Lage und Nutzbarkeit vorhandener Infrastrukturleitungen und ihre Trägerstrukturen bei den Vorhabenträgern voraus, sondern auch auf diese bezogenen Zugriffsrechte. Sollen verschiedene Infrastrukturleitungen nicht durch einen spartenübergreifend agierenden Infrastrukturbetreiber, sondern durch einzelne, nicht miteinander verbundene und ggf. gar im Wettbewerb zueinanderstehende Vorhabenträger realisiert und betrieben werden, so können Informationsdefizite und fehlende Zugriffsrechte erhebliche Hemmnisse für Bündelungsvorhaben darstellen. Nachfolgend soll dargestellt werden, wie das geltende Recht solche Hemmnisse adressiert.

### 5.6.1 Fehlen entsprechender Regelungen bei fast allen Infrastrukturen

Trotz der hohen Bedeutung von Informations- und Zugriffsrechten für Planung, Bau und Betrieb von Bündelungsvorhaben in Fällen einer Mehrheit von Vorhabenträgern finden sich zu den damit verbunden rechtlichen Fragen nahezu keine spezifischen Regelungen im geltenden Recht. Die Lösung der vorhandenen Rechtsfragen ist damit für die meisten Infrastrukturen dem Zivilrecht und damit dem dort herrschenden Prinzip der Vertragsfreiheit überantwortet. Der Austausch von Informationen und die Einräumung von Zugriffsrechten muss danach regelmäßig rechtsgeschäftlich vereinbart und durchgeführt werden. Wenn einer der beiden Vorhabenträger

<sup>260</sup> BVerwG, Urt. v. 15.12.2016 – 4 A 4/15, juris Rn. 28; BVerwG, Urt. v. 14.06.2017 – 4 A 11/16, 4 A 13/16, juris Rn. 33; OVG Greifswald, Beschl. v. 31.05.2018 – 5 KM 213/18 OVG, juris Rn. 31; zum Ganzen auch schon *Kment/Pleiner*, DVBl. 2015, 542, 544 f.

an einem Informationsaustausch und der gemeinsamen Nutzung von Trägerstrukturen kein Interesse hat, scheidet eine Bündelung in dieser Form und ggf. auch eine Koordination von Bauarbeiten aus.<sup>261</sup> Möglich bleiben dann allein Formen der Bündelung, die jedenfalls keine gemeinsame Nutzung passiver Infrastrukturen voraussetzen.

Ausdrückliche Regelungen der vorstehend skizzierten Rechtsfragen enthält allerdings nunmehr der spezielle Bereich des Ausbaus digitaler Hochgeschwindigkeitsnetze, der insoweit eine Ausnahme darstellt. Mit Inkrafttreten des Gesetzes zur Erleichterung des Ausbaus digitaler Hochgeschwindigkeitsnetze (DigiNetzG) im Jahr 2016 hat der Gesetzgeber hier den Zugriff von Eigentümern und Betreibern von Telekommunikationsnetzen auf bestehende Versorgungsinfrastrukturen für den Netzausbau umfassend reguliert. Das Prinzip der Vertragsfreiheit wurde hier zugunsten gesetzlich regulierter Rechtsverhältnisse abgelöst und dadurch im Einzelfall unabhängig von der Zustimmung der Altsassen ausgestaltet.

### 5.6.2 Informations- und Zugriffsrechte im Bereich des Breitbandausbaus

Das DigiNetzG setzt für Deutschland die europarechtliche Kostensenkungsrichtlinie<sup>262</sup> um. Richtlinie und nationales Gesetz zielen auf eine Steigerung der Nachhaltigkeit des Ausbaus digitaler Hochgeschwindigkeitsnetze ab. Im Einzelnen sollen Ineffizienzen beim Netzausbau, insbesondere bei den dafür nötigen Hoch- und Tiefbauarbeiten reduziert werden,<sup>263</sup> indem bestehende passive Infrastrukturen<sup>264</sup> für den Ausbau elektronischer Kommunikationsnetze nutzbar gemacht und Bauarbeiten zwischen verschiedenen Vorhabenträgern koordiniert werden.<sup>265</sup> Dadurch sollen sowohl erhebliche volkswirtschaftliche Kostensenkungen<sup>266</sup> als auch eine Beschleunigung eines umfassenden und damit die chancengleiche gesellschaftliche Partizipation sichernden Breitbandausbaus erreicht werden.<sup>267</sup> Indem sektorenübergreifend Synergien gehoben und der Bedarf für Bauarbeiten verringert wird, sollen zudem auch deren gesellschaftliche und ökologische Kosten, namentlich Umweltverschmutzung, sonstige Belästigungen und Verkehrsüberlastung während der Bauphase, verringert werden.<sup>268</sup>

Im deutschen Telekommunikationsgesetz (TKG) wurde zum Zwecke der Richtlinienumsetzung durch das DigiNetzG insbesondere ein neuer Unterabschnitt zur „Mitnutzung öffentlicher Versorgungsnetze“ geschaffen. Informations- und Mitnutzungsrechte sowie Ansprüche auf die Koordination von Bauarbeiten wurden in den teils neu gefassten, teils neu geschaffenen §§ 77a – 77e TKG ausgestaltet. Sie lösten die bis dahin geltenden Bestimmungen des TKG ab, womit zwar schon bislang vergleichbare Regulierungsziele verfolgt wurden.<sup>269</sup> Mitbenutzungswillige TK-Netzbetreiber konnten danach die Inhaber von passiven Netzkomponenten in ein Schlichtungsverfahren zwingen, soweit eine freiwillige Vereinbarung nicht zustande kam, § 77b Abs. 2, 3 TKG

<sup>261</sup> Vgl. Pleiner, Überplanung von Infrastruktur, 2016, S. 193.

<sup>262</sup> Richtlinie 2014/61/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Mai 2014 über Maßnahmen zur Reduzierung der Kosten des Ausbaus von Hochgeschwindigkeitsnetzen für die elektronische Kommunikation, ABIEU L 155/1 vom 23.5.2014.

<sup>263</sup> Erwägungsgrund Nr. 7 RL 2014/61/EU.

<sup>264</sup> Beispielhaft genannt werden Leitungsrohre, Leerrohre, Einstiegsschächte, Masten und Antennenanlagen, BT-Drs. 18/8332, S. 28; vgl. auch die Legaldefinition für den Begriff „passive Netzinfrastrukturen“ in § 3 Nr. 17b TKG; in der RL sind zusätzlich genannt Verteilerkästen, Pfähle, Türme sowie – als Auffangbegriff – andere Trägerstrukturen, Erwägungsgrund Nr. 8 RL 2014/61/EU.

<sup>265</sup> Erwägungsgrund Nr. 8 RL 2014/61/EU; BT-Drs. 18/8332, S. 28.

<sup>266</sup> Der deutsche Gesetzgeber geht von Einsparungen bis zu 25 % der Gesamtinvestitionen aus, BT-Drs. 18/8332, S. 2.

<sup>267</sup> Erwägungsgrund Nr. 9 RL 2014/61/EU; BT-Drs. 18/8332, S. 29.

<sup>268</sup> Erwägungsgrund Nr. 13 RL 2014/61/EU.

<sup>269</sup> Vgl. Geppert, N&R 2015, 258 (258).

a. F. Der hierauf ergehende Schlichtungsspruch der BNetzA hatte jedoch keine Bindungswirkung.<sup>270</sup> Das nunmehr durch das DigiNetzG implementierte Instrumentarium schafft dagegen einen weitgehenden Kontrahierungszwang und damit grundsätzlich durchsetzbare Ansprüche auf die Mitnutzung passiver Netzinfrastrukturen sowie Informations- und Koordinationsansprüche zwischen dem zur Nutzungsgewährung verpflichteten Altsassen und dem Bündelungsinteressenten.

### 5.6.2.1 Anwendungsbereich

Die Regelungen der §§ 77a ff. TKG betreffen und regulieren überwiegend privatrechtliche Rechtsverhältnisse zwischen den Eigentümern oder Betreibern öffentlicher Telekommunikationsnetze einerseits und den Eigentümern oder Betreibern öffentlicher Versorgungsnetze andererseits. Daneben begründen die Vorschriften aber auch Ansprüche und Pflichten gegenüber staatlichen Behörden. Berechtigt werden ganz überwiegend Eigentümer und Betreiber von TK-Netzen. Überwiegend verpflichtet werden Eigentümer und Betreiber öffentlicher Versorgungsnetze. Dies umfasst sowohl Eigentümer und Betreiber von TK-Netzen, aber auch von Strom-, Gas- oder Fernwärmenetzen. Neben diesen im Rahmen von INTEGRIS im Mittelpunkt stehenden Infrastrukturen werden zudem die Rechtsbeziehungen zu Eigentümern und Netzbetreibern sonstiger Netzinfrastrukturen wie von Abwassernetzen, Straßen oder Bahntrassen erfasst.<sup>271</sup> Ausgenommen sind lediglich – wie auch in INTEGRIS – Trinkwasserinfrastrukturen.<sup>272</sup>

### 5.6.2.2 Informations- und Auskunftsansprüche (Transparenz)

Die §§ 77a-77c TKG enthalten drei unterschiedliche Informationsinstrumente, welche es Eigentümern und Betreibern von TK-Netzen ermöglichen sollen, Potenziale für die Mitnutzung öffentlicher Versorgungsnetze zum Zwecke des Netzausbaus zu identifizieren und zu planen.<sup>273</sup> Die Instrumente haben mit Blick auf den Mitnutzungsanspruch der §§ 77d ff. TKG vorbereitenden Charakter.

Ein Instrument staatlicher aktiver Information stellt der bereits seit 2009 aufgebaute und mit der TKG-Novelle von 2012 gesetzlich verankerte Infrastrukturatlas dar, der nun in § 77a TKG seine Grundlage findet.<sup>274</sup> Diese bei der Bundesnetzagentur geführte Datenbank dient der zentralen Organisation verschiedener Informationen über passive Netzkomponenten, welche für den Breitbandausbau potenziell genutzt werden können, § 77a Abs. 1 TKG. Zur Verfügung gestellt werden Informationen, die der Bundesnetzagentur teils freiwillig,<sup>275</sup> teils nach entsprechender Anforderung durch die BNetzA<sup>276</sup> von Eigentümern und Betreibern öffentlicher Versorgungsnetze zur Verfügung gestellt wurden. Zur Einsicht berechtigt sind neben den Eigentümern und Betreibern öffentlicher Versorgungsnetze, d. h. auch solche von TK-Netzen, insbesondere Gebietskörperschaften.<sup>277</sup>

<sup>270</sup> § 77b Abs. 3 S. 5 TKG a. F.

<sup>271</sup> § 3 Nr. 16b TKG; *Reuße/Karrer*, N&R 2017, 207 (208).

<sup>272</sup> § 3 Nr. 16b a) ee) TKG.

<sup>273</sup> Funktional hiervon zu unterscheiden ist der Informationsanspruch des § 77h TKG, welcher eine Koordination von Bauarbeiten ermöglichen soll und damit die Realisierungsphase betrifft.

<sup>274</sup> Zu Schwierigkeiten beim Aufbau des Atlas *Schumacher*, *Energienetze für ein schnelles Internet*, RdE 2013, 213 (217).

<sup>275</sup> § 77a Abs. 1 Nr. 2 i. V. m. § 77b Abs. 5 TKG: detaillierte Informationen nach § 77b Abs. 3 für die Mitnutzung passiver Netzinfrastrukturen öffentlicher Versorgungsnetze.

<sup>276</sup> § 77a Abs. 1 Nr. 1 i. V. m. § 77a Abs. 2 TKG: eine gebietsbezogene, Planungszwecken dienende Übersicht über Einrichtungen, die zu Telekommunikationszwecken genutzt werden können. Vgl. hierzu BT-Drs. 18/8323, S. 40; *Stelter* in: *Scheurle/Mayen*, TKG, 3. Aufl., 2018, § 77a, Rn. 15.

<sup>277</sup> Vgl. zur Rolle von Gebietskörperschaften beim TK-Netzausbau im In- und Ausland *Wernick/Bender*: Die Rolle der Kommunen beim Breitbandausbau im ländlichen Raum aus ökonomischer Sicht, 2016, S. 11 f.

Soweit nicht bereits aus dem Infrastrukturatlas der BNetzA ersichtlich,<sup>278</sup> können Eigentümer oder Betreiber öffentlicher Telekommunikationsnetze Informationen über passive Netzinfrastrukturen zudem durch Geltendmachung des Anspruchs nach § 77b TKG von verpflichteten Eigentümern und Betreibern öffentlicher Versorgungsnetze verlangen. Diese Ansprüche können allein dann zurückgewiesen werden, sofern konkrete Anhaltspunkte<sup>279</sup> eine aus der Auskunft resultierende Gefährdung der öffentlichen Sicherheit nahelegen oder beschränkte Kapazitäten der Mitbenutzung objektiv entgegenstehen und die Auskunft deshalb ihre vorbereitende Funktion für eine spätere Mitbenutzung nicht erfüllen könnte, §§ 77b Abs. 4, 77g Abs. 2 TKG. Denselben Ausschlussgründen unterliegt auch der weitergehende, den Auskunftsanspruch nach § 77b TKG flankierende Anspruch von Eigentümern und Betreibern von TK-Netzen nach § 77c TKG auf eine Vor-Ort-Untersuchung passiver Netzinfrastrukturen öffentlicher Versorgungsnetze.

### 5.6.2.3 Mitnutzung

Könnte der Betreiber auf der Grundlage der erlangten Informationen nach §§ 77a-c TKG geeignete passive Netzinfrastrukturen identifizieren und beabsichtigt nun für den Ausbau seines digitalen Hochgeschwindigkeitsnetzes deren Mitnutzung, so sehen die §§ 77d ff. TKG unter verschiedenen Maßgaben einen diesbezüglichen Kontrahierungszwang des Altsassen vor. D. h., genau genommen verpflichtet § 77d Abs. 2 TKG die Inhaber und Betreiber passiver Netzinfrastrukturen auf den Antrag des ausbauwilligen TK-Netzbetreibers oder -Eigentümers hin ein Vertragsangebot über die Mitnutzung abzugeben, welches der andere Teil dann allein anzunehmen braucht, um ein Vertragsverhältnis zu begründen.

Ein solcher Kontrahierungszwang greift durchaus erheblich in die Rechte der Eigentümer bzw. Betreiber öffentlicher Versorgungsnetze aus Art. 14 GG (Eigentumsrecht)<sup>280</sup> sowie Art. 2 Abs. 1 GG (Vertragsfreiheit) ein. Die durch das Mitnutzungsrecht verfolgten öffentlichen Belange eines raschen und umfassenden Ausbaus digitaler Hochgeschwindigkeitsnetze bei minimierten finanziellen, aber auch sozialen und ökologischen Kosten bedürfen deshalb des verhältnismäßigen Ausgleichs mit den grundrechtlich geschützten Interessen der Eigentümer und Betreiber der Versorgungsnetze. Dies ist unter den Gesichtspunkten des sozialen Bezugs der Rechte an Infrastrukturleitungen einerseits und der hohen Raumrelevanz solcher Infrastrukturen andererseits auch grundsätzlich möglich.<sup>281</sup> Problematisch wäre es aber gleichwohl, wenn die Mitnutzungsbezugnis auch von unmittelbaren Mitwettbewerbern der Eigentümer und Betreiber öffentlicher Versorgungsnetze zum Aufbau eigener, paralleler Netze (sog. Überbau)<sup>282</sup> genutzt werden könnte. Dies wäre nicht zuletzt geeignet, die Refinanzierung des Erstinvestors zu gefährden und damit insgesamt den Anreiz zu schmälern, erstmalig überhaupt eine digitale Hochgeschwindigkeitsinfrastruktur auszubauen.<sup>283</sup> Sowohl das europäische Richtlinienrecht als auch die Umsetzung im TKG sehen dementsprechend Mechanismen für einen verhältnismäßigen Interessenausgleich vor. Diese umfassen Regelungen für die Frage der Bemessung der Entgelte (siehe § 77n TKG), die für eine Mitbenutzung fällig werden sowie Ausschlussgründe (siehe § 77g TKG), die in

<sup>278</sup> Vgl. § 77b Abs. 5 S. 1 TKG.

<sup>279</sup> *Stelter* in: Scheurle/Mayen, TKG, 3. Aufl., 2018, § 77b, Rn. 18.

<sup>280</sup> *Kühling/Bulowski*, Zugangsrechte nach dem DigiNetzG, N&R 2017, 19 (25).

<sup>281</sup> *Kühling/Bulowski*, N&R 2017, 19 (25).

<sup>282</sup> *Kühling/Bulowski*, N&R 2017, 19 (19 f.; 21).

<sup>283</sup> Zur Einordnung solcher Fälle als (ausnahmsweise) ausgleichspflichtige Eigentumsbeschränkungen *Kühling/Bulowski*, N&R 2017, 19 (25).

bestimmten Fällen eine Zugangsverweigerung des Altsassen ermöglichen<sup>284</sup> und berücksichtigen auch die besondere Konstellation des „Überbaus“ (siehe § 77n Abs. 3 TKG sowie § 77g Abs. 2 Nr. 6, 7 TKG).

Hinsichtlich der Entgeltbemessung sieht der Gesetzwortlaut in § 77d Abs. 2 Nr. 1 TKG für das abzugebende Angebot u. a. vor, dass es faire und angemessene Bedingungen für die Mitnutzung, insbesondere in Bezug auf den Preis für die Bereitstellung und Nutzung des Versorgungsnetzes enthalten soll. Die Handhabung dieses unbestimmten Gesetzesbegriffes<sup>285</sup> wird für den Fall, dass eine vorrangige zwischenparteiliche Einigung nicht zu erzielen ist, gem. § 77 n Abs. 1 S. 2 TKG der Bundesnetzagentur übertragen. Diese kann im Rahmen eines Schlichtungsverfahrens mit Bindungswirkung für die Parteien unter Inanspruchnahme eines weiten Ermessensspielraums<sup>286</sup> die streitigen Modalitäten des Vertragsverhältnisses festlegen.<sup>287</sup> Mit der Bemessung des Entgelts sollen gem. § 77n Abs. 2 TKG die Kosten des Altsassen abgedeckt werden, die ihm durch die Ermöglichung der Mitnutzung der passiven Infrastrukturen zusätzlich entstehen. Zudem ist ihm ein Aufschlag als Anreiz zur Gewährung der Mitnutzung zuzubilligen. Eine Orientierung an Marktpreisen ist danach nicht zwingend geboten.<sup>288</sup> In Fällen, in denen der Anspruch auf die Mitnutzung der passiven Infrastrukturen eines öffentlichen Telekommunikationsnetzes gerichtet ist, sieht § 77n Abs. 3 TKG weitere Bemessungsfaktoren vor. Um die Erstinvestition nicht zu entwerten und auch in dieser Konstellation die Kostendeckung für den Erstinvestor sicherzustellen, sind nach Absatz 3 Satz 2 auch die Folgen der beantragten Mitnutzung auf dessen Geschäftsplan zu berücksichtigen.<sup>289</sup> Da die ungewollten Folgen eines Überbaus im Rahmen der Mitnutzung auf diese Weise grundsätzlich mittels Entgeltregulierung zu lösen sind, ist eine Ablehnung der Mitnutzung allein unter den restriktiven Voraussetzungen des § 77g Abs. 2 Nr. 6, 7 TKG möglich, die beide im Kern voraussetzen, dass dem Anspruchsteller durch den verpflichteten Infrastrukturbetreiber eine funktionelle Alternative zur Mitnutzung der passiven Infrastrukturen angeboten wird.

#### 5.6.2.4 Koordinierung von Bauarbeiten

Vom Anspruch auf Mitnutzung ist der Anspruch auf den Abschluss von Vereinbarungen über die Koordinierung von Bauarbeiten nach § 77i Abs. 2-5 TKG zu unterscheiden.<sup>290</sup> Letzterer bezweckt die Minimierung insbesondere von Tiefbauarbeiten in der Realisierungsphase von Infrastrukturen. Der Anspruch von Eigentümern oder Betreibern öffentlicher Telekommunikationsnetze bezieht sich auf die Koordinierung konkreter Arbeiten, die gem. § 77i Abs. 3 S. 1 TKG ganz oder teilweise aus öffentlichen Mitteln finanziert sein müssen und richtet sich gegen die Eigentümer oder Betreiber öffentlicher Versorgungsnetze. Der Anspruch auf Koordinierung kann mit dem auf Mitnutzung nach § 77d TKG kombiniert werden. Er wird zudem nach § 77h TKG um einen Informationsanspruch gegenüber den Betreibern öffentlicher Versorgungsnetze hinsichtlich geplanter und laufender Bauarbeiten an öffentlichen Versorgungsnetzen ergänzt.<sup>291</sup>

Obwohl auch bei Geltendmachung allein des Koordinierungsanspruchs die Gefahr eines Überbaus zu Lasten der Investitionsinteressen des Eigentümers oder Betreibers der vorhandenen

<sup>284</sup> Kühling/Bulowski, N&R 2017, 19 (25); zu den Versagungsgründen auch Reuße, N&R, 2018, 268 (269 ff.)

<sup>285</sup> BNetzA, Beschl. v. 17.07.2017 - BK 11 17/001, Rn. 165 und Stelter aaO, Rn. 24 zu den im Wortlaut vergleichbaren Anforderungen des § 77n Abs. 5 S. 2 TKG.

<sup>286</sup> BNetzA, Beschl. v. 28.01.2019 - BK 11 18/006, Rn. 91; BT-Ds. 18/8332, S. 56.

<sup>287</sup> Zur bisherigen Spruchpraxis der BNetzA kritisch Reuße, N&R 2018, 268 ff.

<sup>288</sup> So auch Kühling/Bulowski, N&R 2017, 19 (28).

<sup>289</sup> Siehe im Einzelnen Kühling/Bulowski, N&R 2017, 19 (29).

<sup>290</sup> Ausführlich zum Koordinierungsanspruch Holznel, MMR 2018, 798 ff.

<sup>291</sup> § 77a Abs. 1 Nr. 3 i. V. m. § 77h Abs. 6 TKG: Informationen.

Infrastruktur droht,<sup>292</sup> sah das TKG eine Ablehnungsmöglichkeit, vergleichbar der des § 77g Abs. 2 Nr. 6 und 7 TKG, für entsprechende Fälle nicht vor. Diese Lücke wurde jedoch inzwischen durch eine Novellierung des TKG geschlossen.<sup>293</sup> Damit wurde § 77i Abs. 3 TKG um einen Satz ergänzt, der eine Ablehnung insbesondere in Fällen gestattet, „soweit durch die zu koordinierenden Bauarbeiten ein geplantes öffentlich gefördertes Glasfasernetz, das einen diskriminierungsfreien, offenen Netzzugang zur Verfügung stellt, überbaut würde.“

## 5.7 Zwischenfazit: Begrenzte Einwirkungsmöglichkeiten und verfahrensrechtliche Hemmnisse

Die Analyse zeigt, dass die staatlichen Einwirkungsmöglichkeiten auf Vorhabenträger zugunsten der gebündelten Ausführung von Leitungsvorhaben im geltenden Rechtsrahmen äußerst begrenzt sind. Hinzu kommen insbesondere verfahrensrechtliche Beschränkungen, die eine Realisierung von Bündelungsvorhaben auch dort hemmen können, wo Vorhabenträger sie von sich aus anstreben.

Einwirkungsmöglichkeiten auf den vorgelagerten Planungsebenen sind nicht nur dadurch begrenzt, dass insbesondere die Instrumente der Raumordnungsebene nur auf einzelne raumbedeutsame Leitungsinfrastrukturen Anwendung findet. Vielmehr ergibt sich die Begrenzung der Einwirkungsmöglichkeiten mittels vorgelagerter Planungen auch dadurch, dass raumplanerischen Ausweisungen von Trassenverläufen ganz regelmäßig allein eine freihaltende, nicht aber auch eine zuweisende Wirkung zukommt. Ausweisungen wirken so trassensichernd gegenüber anderweitigen Vorhaben, nicht aber ausschließend in dem Sinne, dass ausgewiesene Leitungsvorhaben nicht auch an anderer Stelle im Planungsraum realisiert werden dürften. Auf Zulassungsebene bestehen namentlich im Rahmen von Alternativenprüfungen gewisse Einflussmöglichkeiten auf die Konzeption der Leitungsvorhaben als gebündelte oder ungebündelte. Der Grad möglichen Einflusses unterscheidet sich aber nicht nur je nach der einschlägigen Verfahrensart. Er bleibt vielmehr auch im Rahmen der insoweit am weitestgehenden Alternativenprüfungen in Raumordnungs- und Fachplanungsverfahren begrenzt und kann sich allein im Einzelfall und nur bei entsprechender tatsächlicher Vorprägung des betroffenen Gebietes zu einer Bündelungspflicht verdichten.

Im Verfahrensrecht sind die Schwierigkeiten beim Umgang mit einer Mehrheit von Leitungsvorhaben und einer Mehrzahl an Vorhabenträgern zunächst durch die Begrenzungen der fachrechtlichen Vorhabenbegriffe begründet. In der Folge bedarf es für die Zulassung der einzelnen Leitungen eines Bündelungsvorhabens vielfach gesonderter Zulassungsverfahren, die von den Vorhabenträgern miteinander zu koordinieren sind. In Abweichung hiervon ist eine Zusammenfassung der einzelnen Verfahren nur bei Vorliegen der Anforderungen einzelner Ausnahmeschriften wie der §§ 75, 78 VwVfG zulässig. Der mit der Mehrzahl an Verfahren verbundene erhöhte Aufwand der Koordination zwischen verschiedenen Vorhabenträgern und ggf. mit verschiedenen Zulassungsbehörden kann die Realisierung von Bündelungsvorhaben hemmen.

Die Regelungen des TKG zur Förderung des Ausbaus digitaler Hochgeschwindigkeitsnetze durch Auskunfts- und Mitnutzungsansprüche sowie Ansprüche auf die Koordination von Bauarbeiten stellen demgegenüber einen expliziten Versuch zur Förderung der (additiven) Bündelung verschiedener Leitungsinfrastrukturen dar, sind aber ihrem Anwendungsbereich nach eng begrenzt

<sup>292</sup> Vgl. *Reufse*, N&R 2018, 268 (271).

<sup>293</sup> Zur zuvor in der Literatur erwogenen analogen Anwendung von § 77g Abs. 2 Nr. 6 bzw. 7 TKG *Reufse*, N&R 2018, 268 (271 f.); ablehnend BNetzA, Beschl. v. 17.7.2017 – Az. BK 11-17/001.

und stellen im aktuellen Rechtsrahmen eine Ausnahme dar. Die Frage ihrer möglichen Ausweitung wird im nachfolgenden Kapitel näher diskutiert.

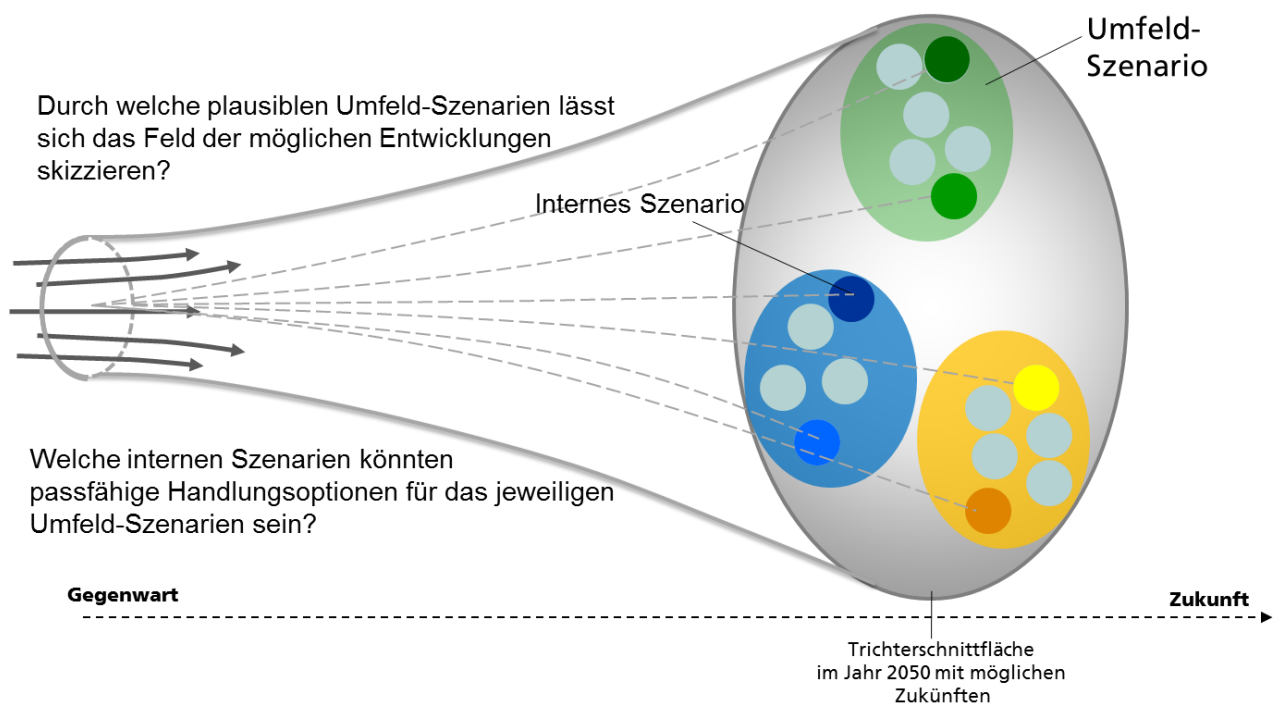
## 6 Infrastrukturbündelung vor dem Hintergrund zukünftiger Entwicklungen

Bündelung kann auch vor dem Hintergrund sich verändernder zukünftiger Infrastrukturen eine Rolle spielen. Die zunehmende Sektorkopplung, z. B. durch Digitalisierung verschiedener Bereiche, in der Elektromobilität oder beim Heben von Synergiepotenzialen, z. B. zwischen Abwasser- und Energiesystem, führt zu neuen infrastrukturellen Randbedingungen und Notwendigkeiten.

Im Rahmen zweier aufeinander folgender Workshops (Workshop zu Umfeldszenarien und Szenarien-Workshop) mit externen Expertinnen und Experten werden zunächst plausible Umfeldszenarien entwickelt, für die anschließend die möglichen oder wahrscheinlichen Infrastrukturszenarien erarbeitet werden.

Um der langfristigen Zeitperspektive von leitungsgebundenen Infrastrukturen Rechnung zu tragen, wird zunächst ein zweistufiger Szenarioprozess durchgeführt, der die Berücksichtigung von unterschiedlichen Umfeldentwicklungen beinhaltet. Die Entwicklung von verschiedenen Umfeldszenarien berücksichtigt die im Prozess identifizierten Einflussfaktoren und antizipiert deren mögliche zukünftige Ausprägungen. Im zweiten Schritt werden für jedes Umfeldszenario vorstellbare Zukunftsszenarien entwickelt (vgl. Abbildung 11).

**Abbildung 11: Szenarioanalyse - Schaubild (Quelle: eigene Darstellung, Fraunhofer ISI)**



Durch den diskursiven Prozess unter Einbindung von externen Expert\*innen wird der Umgang mit Unsicherheit unterstützt und der Wahrnehmungsbereich der eingebundenen Expert\*innen ausgeweitet. Unterschiedliche, aus der Psychologie bekannte kognitive Verzerrungen (wie z. B. der availability, overconfidence oder confirmation bias), die bei Entscheidungen unter Unsicherheit eine Rolle spielen, werden durch den Szenarioansatz explizit adressiert. Die kognitiven Verzerrungen werden nach Meyers (2014) folgendermaßen definiert:

*"Verfügbarkeitsheuristik (availability heuristic) Einschätzung der Wahrscheinlichkeit von Ereignissen je nach ihrer Verfügbarkeit in der Erinnerung; "...wenn uns Beispiele schnell einfallen [...], halten wir ein solches Ereignis für normal."*



*"Systematische Selbstüberschätzung (overconfidence bias) Tendenz, mit großem Selbstvertrauen auf falschen Aussagen zu beharren - die Verlässlichkeit der eigenen Überzeugungen und Einschätzungen zu überschätzen."*

*"Bestätigungstendenz (confirmation bias) Tendenz, nach Informationen zu suchen, die eine vorgefasste Meinung bestätigen, und Hinweise zu ignorieren oder zu verzerren, die dieser Meinung widersprechen."*

## 6.1 Umfeldszenarien

Im Rahmen einer Sekundäranalyse wurde im Vorfeld des Szenarioprozesses recherchiert, welche Umfeldszenarien für den Zeithorizont ab ca. 2050 bereits vorliegen, die einen Bezug zu Infrastrukturen aufweisen. Die Ergebnisse wurden als Input in einen Expert\*innen-Workshop zur Entwicklung von Umfeld- und Zukunftsszenarien gegeben.

Methodisch wurden für die Entwicklung der Umfeldszenarien von den Workshopteilnehmer\*innen in einem ersten Schritt Einflussfaktoren identifiziert, die für die Entwicklung von Infrastrukturen relevant sind. In einer anschließenden individuellen Priorisierung der Faktoren wurden die wichtigsten Schlüsselfaktoren für die Erstellung der Szenarien ausgewählt.

In Gruppen wurden dann in einem zweiten Schritt für die Einflussfaktoren Annahmen zu den möglichen Ausprägungen getroffen, die in ihrer Breite die Spreizung der Szenarien beschreiben.

**Abbildung 12: Dokumentation der Workshop-Ergebnisse zur Szenarienentwicklung**



Die Ergebnisse sind in Abbildung 13 als Fadendiagramm dargestellt. Die entwickelten Szenarien ziehen sich durch die Verbindung der Ausprägungen als verschiedenfarbige "Fäden" über die Einflussfaktoren.

Abbildung 13: Fadendiagramm der Umfeldszenarien

Nr.	Einflussfaktor	Annahme A	Annahme B	Annahme C	Annahme D
1	Rolle des Staates	Internalisierung externer Effekte	Dasensvorsorge durch Umverteilung	Nachwächterstaat	
2	Energiesystem	All-electric Kupfer oder Supraleiter	Hybride Energieversorgung - parallele Systeme	Teil-fossiles System	
3	Mobilität	Entlastung der Städte durch weniger Verkehr	Digitalisierung optimiert und reduziert Verkehr	Rebound/ mehr Verkehr	
4	Klimaschutz/ -anpassung	Fridays for Future - 1,5-Grad-Ziel	Schutz und Anpassung: 2° degrees	Adapt for Future	Tipping Points überschritten
5	Bevölkerungszahl Migration	„Green Card“: kontrollierte Zuwanderung, Systeme stabil	Ausgeglichene Bevölkerungsdynamik in Europa	Älter und Weniger	„Überlastung“: Massenzuwanderung nach Deutschland
6	Konsum und Wirtschaftswachstum	Suffizienz	„wahre“ Preise verschieben die Nachfrage	Virtuelle Welten	Preis ist geil
7	Nachfrage	Nutzen statt besitzen	Klimagetriebene Nachfrage nach (Infrastruktur) DL und Waren		
8	Schere Arm-Reich	Schere schließt sich	Schere bleibt unverändert	Schere spreizt sich	
9	Digitalisierung	Der gute Computer: "digital Eden"	Digitale Herrschaftsschicht hängt digitale Laien ab	„New China/Matrix“	
10	Planetare Grenzen	Planetare Grenzen "top"	Extraterrestrische Quellen und Senken	Planetare Grenzen „hop„ - Das Ende droht	
11	Fläche	Flächen sparen – Stadt doppelte Innenentwicklung, Land nachhaltige Landwirtschaft	Konzentration & Verdichtung in Metropolräumen	Flächen Groß & Bodendegradation	
12	Sicherheitslage	Kategorischer Kant'scher Imperativ -> glückliche, freie Gesellschaft	"Wir sind gut gerüstet" durch viel Sicherheitsmimik.	Destabilisierung durch Angst: vor Terror, vor Veränderungen	
13	Biodiversität	Die Biene lebt!	Wandel der Artenvielfalt - künstliche Arten (invasive Arten)	Artensterben	

### 6.1.1 Szenarienerzählungen

Die entwickelten Szenarien bilden eine Bandbreite möglicher Umfeldszenarien ab, die von einem sehr pessimistischen "Ignoranz"-Szenario bis zu einem sehr optimistischen "Happy 1,5"-Szenario reicht.

Als stärkster Einflussfaktor wurde im Prozess die Rolle des Staates identifiziert. Von da aus wurden alle Szenarien über die Einflussfaktoren hinweg entwickelt.

#### *Szenario "Ignoranz" (gelb)*

Der "Nachtwächterstaat" reguliert wenig. So kann sich nur ein immer noch teil-fossiles System unter dem Motto „Business as usual“ durchsetzen. Im Mobilitätsbereich kommt es zwar zu Effizienzsteigerungen, aufgrund des Rebound-Effekts führen diese aber zu keinen Einsparungen. Die nach wie vor sehr starke Industrie ist treibende Kraft, agiert jedoch sehr marktorientiert und vernachlässigt soziale Effekte.

Klimarelevante Kipppunkte sind lange überschritten und so häufen sich Extremwetterereignisse wie beispielsweise Stürme oder langanhaltende Trockenperioden. Die Schere zwischen Arm und Reich spreizt sich auch aufgrund dessen weiter auf. In vielen Regionen der Welt ändert sich das Klima so drastisch, dass große Teile der Bevölkerung abwandern. Deutschland ist aufgrund seiner Lage in einer gemäßigten Klimazone etwas weniger stark von den negativen Auswirkungen betroffen. Die Gesellschaft ist stark konsumorientiert und der Preis bleibt ausschlaggebendes Kriterium bei der Kaufentscheidung.

Die veränderten Lebensbedingungen in der realen Welt führen dazu, dass sich immer mehr Menschen in virtuelle Welten flüchten. Die veränderten klimatischen Bedingungen führen auch zu einer Verschiebung der Nachfrage nach Infrastrukturen bzw. zu Problemen bei der Bereitstellung vorhandener Infrastrukturen, wie beispielsweise Mobilfunk, der durch eine erhöhte Luftfeuchtigkeit in der Übertragungsleistung eingeschränkt ist.

Durch die fehlende staatliche Regulierung bildet sich eine digitale Elite, die einerseits das Bildungsgefälle verschärft und andererseits aus dem Wissensvorsprung den größten Nutzen zieht. So sind auch wichtige Industriestrukturen in Händen weniger. Zudem entsteht eine durch künstliche Intelligenz gesteuerte Parallelwelt, in der versucht wird, die Kontrolle aufrecht zu erhalten.

Die Destabilisierung der Gesellschaft nimmt angefeuert durch die Medien weiter zu. Trotz Aufrüstung und Abschottung macht sich ein Gefühl der Unsicherheit breit.

Die planetaren Grenzen werden missachtet. Die Flächenversiegelung schreitet weiter voran. Durch Artenaussterben, aber durch den Einsatz von Gentechnologien kommt es zu einer stärkeren Veränderung der natürlichen Umwelt.

#### *Szenario "Laissez-faire" (pink)*

Das Szenario Laissez-faire beschreibt eine Welt, in der jeder sich selbst der Nächste ist. Der Nachtwächterstaat stellt nur das Existenzminimum sicher. Dies führt dazu, dass Deutschland an Attraktivität verliert, was die Zuwanderung minimiert. So wird die Bevölkerung älter und weniger. Ebenso spreizt sich die Schere zwischen Arm und Reich aufgrund mangelnder Intervention des Staates immer weiter auf.

Durch ein mangelndes Empfinden der gesellschaftlichen Verantwortung für Konsumreduktion dominiert weiterhin ein preisgetriebenes Konsumverhalten. Auch der Staat schafft durch seine Passivität diesbezügliche keine Anreize zur Veränderung. Durch die Klimaveränderung kommt es im Infrastrukturbereich zu einer Verschiebung der Nachfrage. So werden beispielsweise in vielen Regionen eher Systeme zur Kühlung nachgefragt als zur Wärmebereitstellung.

Es entsteht eine digitale Herrschaftsschicht auf Basis des sich völlig zurückhaltenden Staates. Dadurch entsteht die Gefahr, dass sich Menschen mit den entsprechenden Fähigkeiten an anderen bereichern. Dies trägt zur weiteren Verfestigung des Zwei-Klassensystems bei.

Die planetaren Grenzen werden aufgrund des nichtexistierenden Klimaschutzes nicht eingehalten. Der Flächenverbrauch schreitet ohne gesetzlichen Rahmen ungehindert voran. Die zunehmende Flächenversiegelung führt zu weiterem Artensterben und Rückgang der Biodiversität.

Der sich zurückhaltende Staat führt zu einer Destabilisierung der Sicherheitslage. Der Staat wird sich wahrscheinlich auch innen- und sicherheitspolitisch zurückziehen. Es entwickelt sich mehr Angst vor Terror und anderen globalen Gefahren.

#### *Szenario "Regulierender und umverteilender Staat" (orange)*

Das Szenario regulierender umverteilender Staat schafft eine Gesellschaft, die Daseinsvorsorge durch Umverteilung betreibt. Die Schere zwischen Arm und Reich schließt sich durch staatliche Maßnahmen, die zu einer anderen Aufteilung von Vermögen führen. Der Staat ermöglicht zudem, dass all-electric Supraleiter errichtet werden, was wiederum die Entzerrung der Städte begünstigt. Das 2-Grad-Ziel wird erreicht. Trotz des Erreichens des 2-Grad-Ziels kommt es aber zu einer durch Veränderung der klimatischen Bedingungen adaptierten Nachfrage nach Infrastruktur, Dienstleistungen und Waren.

Auch die Digitalisierung führt in Richtung einer gerechteren Welt. Selbstlernende Systeme basieren auf sozialen und ressourcenschonenden Prinzipien.

Die planetaren Grenzen werden eingehalten. Dazu trägt unter anderem die Konzentration und Verdichtung in Metropolräumen und gleichzeitiger Schonung aller restlichen Flächen bei. Die Bevölkerungsdynamik in Europa ist ausgeglichen. Eine glückliche und freie Gesellschaft wird unterstützt durch ein hohes Sicherheitsniveau und -gefühl. Die Biodiversität besteht auf einem stabilen Niveau weiter.

#### *Szenario "Vernunft und Rationalität" (blau)*

Leitgedanke dieses Szenarios ist ein umweltökonomisch vernünftiges Handeln. Da alle externen Effekte internalisiert werden, kommt es zur Neukalkulation und Umstellung bei vielen Infrastruktursystemen; beispielsweise wird im Energiesystem aufgrund von Kosten-Nutzen-Abwägungen ein rein elektrisches System etabliert. Supraleiter ersetzen Kupferkabel. Im Mobilitätsbereich führt die fortschreitende Digitalisierung zu großem Wandel.

Trotz massiver Umstellungen kann das 1,5-Grad-Ziel nicht erreicht werden, da bereits das 2-Grad-Ziel erheblichen finanziellen Aufwand bedeutet, der aber vor dem Hintergrund der ansonsten drohenden massiven Schäden gerechtfertigt werden kann.

Um Fachkräfte für die weitere wirtschaftliche Entwicklung anzuziehen, wird ein System, basierend auf Green Cards etabliert, um selektiv die Zuwanderung zu steuern.

Der Konsum entwickelt sich in Richtung Suffizienz - da die Internalisierung von externen Kosten gewisse Produkte enorm verteuert, passen Konsumenten ihr Verhalten an. Demnach rückt auch der Wert von persönlichem Besitz in den Hintergrund und „Nutzen statt besitzen“ wird zur gesellschaftlichen Norm. Die Schere zwischen Arm und Reich bleibt aber weitgehend unverändert, weil wenig Anreize gesehen werden, etwas zu ändern.

Die Digitalisierung führt grundsätzlich zu Ressourcen- und Energieeinsparung. Lernende Systeme werden verantwortungsvoll bedient und ermöglichen so den breiten Zugang zu digitalen Diensten.

Das Thema der planetaren Grenzen wird in diesem Szenario insofern adressiert, als unter umweltökonomischen Gesichtspunkten eine weitere Überschreitung zu überdurchschnittlich hohen Kosten für Kompensationsmaßnahmen führen würde. Eine Maßnahme unter vielen ist beispielsweise die Schließung des Flächenkreislaufs: flächensparendes Bauen, Flächenrecycling etc.

Auf Grundlage von lernenden Systemen ist die Sicherheitslage stabil. Es werden ausreichend finanzielle Mittel für Polizei und Sicherheitsdienste bereitgestellt. Durch belastbare Prognosen ist man auch bei Umweltkatastrophen gut vorbereitet.

Durch das Erkennen des ökonomischen Nutzens der Biodiversität werden zahlreiche Maßnahmen zum Erhalt und zur Förderung etabliert. "Die Biene lebt", weil es vernünftig ist, sie am Leben zu halten und ihr Nutzen kaum wirtschaftlich kompensiert werden kann.

### *Szenario Happy 1,5 (grün)*

Es werden eine ausgeglichene Bevölkerungsdynamik in Europa und das 1,5-Grad-Ziel erreicht. Dadurch hat sich die rein klimatische Situation etwas entspannt. Durch die Entzerrung der Städte werden Pendlerströme abgeschwächt. Das Konsumverhalten hat sich grundlegend in Richtung nachhaltiger Lebensstile entwickelt. Gleiches gilt für die Nachfrage. Wir nutzen anstatt zu besitzen und streben nicht nach immer mehr. Dadurch bleibt auch die Schere zwischen Arm und Reich unverändert.

Die Digitalisierung sorgt für eine gerechtere Verteilung der Ressourcen.

Um die planetaren Grenzen einhalten zu können, werden in diesem Szenario auch extraterrestrische Quellen genutzt.

Durch die Entzerrung der Städte und die Nutzung von Flächen im ländlichen Raum kommt es zu einer Transformation ländlicher Räume. Es kann sich unter den oben beschriebenen Bedingungen eine glückliche und freie Gesellschaft etablieren. Die Biodiversität kann sich auf einem stabilen Niveau halten.

## **6.1.2 Infrastrukturszenarien**

Aufbauend auf den Umfeldszenarien sollten in einem zweiten Workshop im Mai 2019 zugehörige Infrastrukturszenarien entwickelt werden. Das Workshop-Konzept ist aufgrund einer zu geringen Anzahl an Teilnehmenden nicht ausreichend aufgegangen: Es konnte keine ausreichende Konkretisierung und Detailtiefe für die fünf Szenarien erreicht werden.

Ein wesentliches Ergebnis dieses Workshops war aber, dass nicht alle Umfeldszenarien einer intensiven Betrachtung unterzogen werden müssen, weil sie teilweise aus der Bandbreite der sinnvollen Zukunftsentwicklungen herausfallen.

Als realistisch bis wünschenswert wurden die Szenarien orange, blau und Elemente von grün identifiziert.

Die Ergebnisse sind Anhang zusammengefasst.

## **6.1.3 Ergänzende Experteninterviews**

Als Ergänzung zu den Szenarien-Workshops (Kap. 6.1) werden in diesem Kapitel Experteninterviews geführt, um die bedingenden oder bedingten Entwicklung von Infrastrukturen unter möglichen Szenarien detailliert darzustellen. Dabei wurde auf die plausiblen Szenarien aus den Szenarienerzählungen (orange und blau) zurückgegriffen, die pragmatisch auf zwei konkrete konzeptionelle Fragen heruntergebrochen wurden:

**Konzept "Weiter so":** Was ist eine realistische Entwicklung der Infrastruktur bis 2050 in Deutschland, unter der Annahme, dass die Governance so weitergeht wie bisher?

**Konzept "Optimal":** Was ist eine mögliche Entwicklung der Infrastruktur bis 2050 in Deutschland unter der Annahme, dass die Entscheidungen und Regelungen im Sinne der gewünschten, "optimalen" Entwicklung (Maßstab: Klimaschutz und Nachhaltigkeit) getroffen werden?

Konzept WEITER SO 2050	Konzept OPTIMAL 2050
<b>Wasserversorgung und Abwasserentsorgung</b>	
<p><b>Trinkwasser(TW)versorgung</b> wird immer noch überwiegend durch zentrale Versorgungssysteme gewährleistet. Die <b>Konkurrenz</b> um Wasserressourcen steigt (TW-Versorgung, Tourismus, Schifffahrt, Landwirtschaft). Urbane Gewässer fordern einen Mindestabfluss. Wenige große Städte haben in 2020er Jahren ein <b>kleinräumiges Betriebswassernetz</b> als Pilotvorhaben installiert (Betriebswasser im Wesentlichen für die Toilette). In wenigen Quartieren wird <b>Grauwasser</b> vom restl. Schmutzwasser getrennt und Wärme und Wasser als Ressourcen genutzt – das sind aber Ausnahmen.</p> <p><b>Wärmerückgewinnung aus Abwasser:</b> In einigen Städten wird aus großen Sammlern Wärme entnommen und zur Versorgung von Heizungs- und Kühlungssystemen genutzt (viele Gebäude haben seit den 2020er Jahren Kühlungssysteme).</p> <p>An der <b>Kanalisation</b> hat sich nichts Wesentliches geändert. Sie ist zu einem großen Teil saniert. In einigen Gebieten wurde das Mischsystem zum Trennsystem entkoppelt.</p> <p>Viele große Kläranlagen (KA) haben inzwischen eine <b>4. Reinigungsstufe</b>, die Gewässerbelastung nimmt aber nur unwesentlich ab, weil viele diffuse Quellen zwar weniger aber weiterhin Schmutz- und Schadstoffe einleiten. Vermehrte Trennkanalisation steigert den Eintrag von Mikroplastik und Schwermetallen in Oberflächengewässer. Ein wenig <b>Urbanes Grün</b> sorgt für Verdunstungskühlung in Städten.</p>	<p><b>TW-versorgung</b> wird ergänzt. <b>Wiederverwendung</b> von Grauwasser ist gängig; Insgesamt <b>flächendeckende Regenwasser(RW)-Retention</b> und kleinere Versorgungseinheiten, in denen auch RW aus großen städtischen Speichern als Rohwasser genutzt wird. <b>Wärme</b> aus Abwasser wird wiedergenutzt. Abwasser wird in <b>Teilströmen</b> erfasst. Neue und sanierte Gebäude sind mit mehreren Leitungsnetzen ausgestattet, die äußere Erschließung zieht nach. Aus gespeichertem RW und aufbereitetem Grauwasser werden <b>kommunale Betriebswassernetze</b> gespeist. Die alten Mischwasserkanäle dienen dem Transport und der Retention von RW. Gering verdünntes Schmutzwasser wird über Druck- und Unterdruckkanalisationen transportiert. Aufgrund der Teilstromerschließung wird die <b>KA vermehrt zur Ressourcenzentrale</b> (Nährstoffe, Wärme, Wasser...) und ist in der kommunalen Regelenergie ein wichtiger <b>Ressourcenknoten in kommunalen Netzen</b>. <b>Urban Gardening und Agriculture</b> sind gängige Module der städtischen Versorgung. Die <b>Bewässerung erfolgt mit kommunalem Betriebswasser</b>. Ebenso dient das <b>Betriebswasser der Bewässerung in der Landwirtschaft</b>. <b>Teilstromtrennung</b> auch bspw. in Krankenhäusern sowie ein starker Ausbau der <b>bäuerlichen Landwirtschaft</b> bewirken, dass <b>Gewässer von Emissionen aus Landwirtschaft und Siedlungsgebieten freigehalten</b> werden. <b>Urbane Gewässer</b> sind wieder nutzbarer Teil des Stadtbildes.</p>
<b>Mobilität</b>	
<p><b>Zunahme der Verkehrsleistung im Personen und Güterverkehr:</b> Moderate Zunahme der Personenverkehrsleistung bis 2050 um ca.+ 4 %, vorrangig im MIV (+ 7%) und im Schienenverkehr (+ 7 %). Rückgang im straßengebundenen ÖV und bei den nicht-motorisierten Verkehrsmitteln. Starke Zunahme der Güterverkehrsleistung bis 2050 um ca. + 28 %, besonders auf der Straße (+ 33 %), Schiene (+ 17 %) und Binnenschifffahrt (+ 14 %).</p> <p><b>Entwicklung der Verkehrsinfrastruktur</b> (anhand der Planungen des BVWP, der die geplanten Ausbauten der Verkehrsinfrastruktur bis 2030 enthält): Insgesamt sind ca. 270 Mrd. € an Investitionen bis 2050</p>	<p>Als übergeordnetes Ziel soll der <b>Sektor Verkehr bis 2050 laut Klimaschutzplan von 2017 „nahezu dekarbonisiert“</b> sein. Dieses Ziel war nur erreichbar, weil sowohl im Personen- als auch im Güterverkehr die 3 „V“ umgesetzt wurden: „<b>Vermeiden, Verlagern und Verbessern</b>“.</p> <p>Vermeidung von Verkehrsleistung (z. B. durch Digitalisierung, Verbesserung der Besetzungsgrade/des Ladefaktors der Fahrzeuge und durch Sharing/Pooling). Verlagerung des Verkehrs auf effizientere und THG -ärmere Verkehrsmittel (z. B. von der Straße</p>

Konzept WEITER SO 2050	Konzept OPTIMAL 2050
<p>geplant, davon fließen 98 Mrd. € in den Neu- bzw. Ausbau (52 % Straße, 43 % Schiene, 5 % Wasserstraße). Im Rahmen des Ausbaus der Transeuropäischen Verkehrsnetze (TEN-V) ist zudem geplant, die Sicherheitstechnik auf der Schiene auf das ETCS System Level 2 auszubauen.</p> <p><b>Entwicklung der Ladeinfrastruktur:</b> Bis 2020 sollen ca. 16.000 Ladestationen (~ 15 % Schnellladesäulen) gebaut werden - (Ohne weitere Förderung wird der Aufbau nur schleppend vorangehen). Noch weniger als 100 H2-Tankstellen in Betrieb (lt. AFID bis 2023 bis zu 400 H2-Tankstellen geplant) --&gt; (ohne Förderung und Nachfrage unrealistisch).</p> <p><b>Entwicklung der Fahrzeugflotten</b> (eigene Berechnungen des Fraunhofer ISI): <b>Zunahme des Pkw-Bestands um bis zu 7 % bis 2050.</b> Immer noch ca. 50 % des Pkw-Bestands mit Verbrennungsmotoren bis 2050 (ca. 5 Mio. BEV, 9 Mio. PHEV, 2,5 Mio. FCEV). Im Bereich der <b>schweren Nutzfahrzeuge noch ca. 70 % Dieselfahrzeuge</b>, bei den <b>leichten Nutzfahrzeugen noch ca. 56 % Dieselfahrzeuge.</b> <b>Luftfahrt: Starkes Wachstum. Seeschifffahrt: Starkes Wachstum</b> (Treiber: Wirtschaftswachstum und Globalisierung). Binnenschifffahrt: moderates Wachstum, aufgrund geringer Investitionen. Schiene: Starkes Wachstum im Personen- und Güterverkehr (u. a. 3*Container TEU km 2015-2050). Langsamer Ausbau der Bahninfrastruktur nach Verkehrswegeplan.</p>	<p>auf die Schiene oder der Luft auf die Schiene). Verbesserung der Effizienz der Fahrzeuge und Vergrößerung der Anteile elektrifizierter Fahrzeuge. Zusätzlich kamen <b>Biokraftstoffe der 2. und 3. Generation sowie synthetische Kraftstoffe</b> auf Basis erneuerbar erzeugten Stroms (Power-to-X (PtX)) für Verkehrsmittel mit fehlenden Alternativen (z. B. Schifffahrt und Luftfahrt) zum Einsatz.</p> <p>In der <b>Luftfahrt haben strikte Regulierungen gegen THG-Emission die Preise erhöht. In Kombination mit verbesserter IKT-Infrastruktur führte das zu veränderter Reisekultur:</b> Mobile Büros in Zügen und Schiffen führten zu einer verringerten Nachfrage an Flugreisen - vor allem &lt; 2.000 km. Die Kombination von Biokraftstoffen und PtX führte zu einer Decarbonisierung des Flugverkehrs - kritisch gesehen werden die Auswirkungen in der Landwirtschaft. <b>Die Bahn hat seit 2020 den Infrastrukturausbau auf Haupt-Korridoren und ETRS Level 3 vorangetrieben.</b> Das ermöglichte die <b>Verdopplung des Verkehrsaufkommens</b> der Bahn. Neue Geschäftsmodelle (neue Bahngesellschaft) machten die Bahn attraktiver für Personen und Gütertransport. Weitere Elektrifizierung und H2-Fahrzeuge minderten die THG-Emissionen.</p> <p><b>Schifffahrt: Kombination von PtX und windbasierten Antriebstechnologien</b> führten zur Decarbonisierung der Schifffahrt. Neue Verbindungen zu Binnenschifffahrt und erweiterte Hinterlandinfrastruktur ermöglichten ein erhebliches Wachstum im Handel.</p>

**Wärme**

<p><b>Keine ausreichenden Anreize</b> für Investitionen in Wärmeinfrastruktur, mit erneuerbare Technologien oder in starke Gebäudedämmung. <b>Der Großteil der Wärmeversorgung wird weiterhin aus fossilen Brennstoffen bereitgestellt.</b> Die Erdgasinfrastruktur wurde weiter ausgebaut. <b>Erdgas wird somit seine marktbeherrschende Position</b> aufrechterhalten. Die alte Dominanz von Heizöl im ländlichen Raum hat langfristig zu Gunsten von Erdgas abgenommen. Im <b>privaten Neubau</b> wird zunehmend mit <b>Wärmepumpen</b> und starker Gebäudedämmung gebaut. Da die große Aufgabe der Wärmewende jedoch darin besteht den Gebäudebestand zu dekarbonisieren, <b>reichen die Anstrengungen im Neubau voraussichtlich nicht aus</b>, um die großen Dekarbonisierungsaufgaben im Gebäudebereich zu realisieren.</p>	<p><b>Gesellschaftlicher Druck</b> führte zu drastischen politischen Maßnahmen zur Beschleunigung der Wärmewende. Fördermaßnahmen für Wärmetechnologien und -infrastrukturen wurden so umstrukturiert, dass auf fossilen Brennstoffen beruhende Technologien nicht weiter finanziell unterstützt wurden. Finanzielle Unterstützung wird seit den 2020er Jahren nur für kohlenstoffarme Wärmeerzeugungstechnologien und Dämmstoffe bereitgestellt.</p> <p><b>Kohlenstoffarme Technologien wurde substanzial erhöht.</b> Technologien, die auf der Verbrennung <b>fossiler Technologien beruhen, wurden inzwischen beinahe vollständig aus dem Markt gedrängt.</b> Hersteller alter fossiler Wärmetechnologien passten ihr Portfolio der neuen Marktumgebung an.</p>
---	--

Konzept WEITER SO 2050	Konzept OPTIMAL 2050
<b>Gas</b>	
<p><b>Moderater Rückgang der Gasbedarfe.</b> Nur leicht rückläufige Durchdringung mit Gasheizungen im Gebäudebereich bei zugleich moderatem Verbrauchsrückgang. Nur leicht rückläufige Durchdringung mit Gaskesseln in der Industrie bei zugleich moderaten Verbrauchsrückgang.</p> <p><b>Steigende Gaskraftwerkskapazitäten</b> als Backup für Erneuerbare bei zugleich relativ konstantem Verbrauch.</p> <p>Nutzung von <b>Elektrolyse-Wasserstoff in wenigen Segmenten</b>, z. B. zur Ammoniakherstellung und im Schienenverkehr.</p> <p>Zunehmende Beimischung von Wasserstoff in den Gasnetzen.</p> <p>Längerfristig Substitution von Erdgas durch erneuerbares Methan.</p>	<p><b>Starker Rückgang der Gasbedarfe.</b> Stark rückläufige Durchdringung mit Gasheizungen im Gebäudebereich bei zugleich sehr deutlichem Verbrauchsrückgang. Stark rückläufige Durchdringung mit Gaskesseln in der Industrie bei zugleich deutlichem Verbrauchsrückgang.</p> <p>Gaskraftwerkskapazitäten als Backup für Erneuerbare bei zugleich rückläufigem Verbrauch.</p> <p>Nutzung von <b>Elektrolyse-Wasserstoff in größeren Segmenten</b>, insbesondere in der Grundstoffchemie und der Stahlherstellung sowie im Fernlastverkehr.</p> <p><b>Längerfristig Substitution der verbleibenden Erdgasbedarfe durch erneuerbares Methan.</b></p>
<b>Strom</b>	
<p>Durch Sektorkopplung ist Strom mit vielen Sektoren verknüpft, so dass ein „weiter so“ viele Bereiche betrifft. <b>Schleppender EE-Ausbau</b> unter dem geplanten Niveau führte dazu, dass der Anteil fossiler Kraftwerke an der Stromerzeugung nur langsam sinkt.</p> <p><b>Geringe Sanierungsraten</b> bei Gebäuden und schwache Diffusion bei elektrischen Wärmepumpen. Ebenso fand nur ein <b>geringer fuel-switch</b> oder Prozessumstellung in der Industrie statt. Elektromobilität setzte sich nicht flächendeckend durch.</p>	<p>Es gibt keinen vollständigen Konsens über das langfristige Leitbild für die Rolle von Strom in der Dekarbonisierung. Der Bedarf an Strom-Infrastruktur unterscheidet sich für die Szenarien teilweise erheblich.</p> <p>Konsens in allen Szenarien: Stromerzeugung in Deutschland <b>vollständig aus erneuerbaren Quellen</b>. Durch Sektorkopplung nimmt die <b>Bedeutung von Strom in Wärme und Mobilität zu</b>. Es gibt „<b>Stromspeicher</b>“, die bei geringem EE-Dargebot, Strom bereitstellen.</p> <p><i>Differenzierung nach Strategien:</i> Falls synthetische Energieträger oder Wasserstoff zum Einsatz kommen (umstritten), steigt der Strombedarf - das jedoch eventuell zu großen Teilen im Ausland, da häufig von hohen Importanteilen ausgegangen wird. Das erfordert andere Infrastrukturen (im Falle von EE-Methan aber vorhanden).</p>
<b>Daten und IKT</b>	
<p>Weißer Flecken werden nur schrittweise weniger. Ballungszentren, Autobahnen und Bahnstrecken werden zuerst versorgt. Danach die ländlichen Gebiete. Die <b>Ausbauaktivitäten sind unkoordiniert</b>, vielfach wird doppelt verlegt, manche Gebiete werden zunächst nicht berücksichtigt.</p> <p><b>Es gibt im Jahr 2040 die Telekommunikations-Anbieter (Dt. Telekom, Vodafone, O2 usw.), die Glasfaser-Anschlüsse über das Telefonnetz anbieten und die Kabel-TV-Anbieter (Vodafone, TeleColumbus usw.), die Glasfaseranschlüsse über den Kabel-</b></p>	<p>Das „<b>optimale</b>“ Ziel bis 2040 waren <b>Internetverbindungen im Gigabitbereich (d. h. 1.000 Mbit/s)</b> im Fest- und im Mobilfunknetz in allen Regionen. Die Verbindungen sollten stabil und zuverlässig sein, eine geringe Latenz (Verzögerung bei Datenübertragung) aufweisen und über symmetrische Up- und Downloadkapazitäten verfügen. <b>Freie Auswahl der Anbieter</b> und faire Preise waren gewünscht. Dieses Versorgungsziel ließ sich nur mit <b>Glasfaserleitungen in die Wohnungen (Fiber-to-the-Home)</b> und mit <b>5G</b>, dem neuen Mobilfunkstandard, sowie stationär mit</p>



Konzept WEITER SO 2050	Konzept OPTIMAL 2050
<p><b>TV-Anschluss realisieren. Daneben gibt es kommunale Netzbetreiber, die vor allem in ländlichen Gebieten mit staatlicher Unterstützung Internet, Telefonie und Fernsehen von Drittanbietern weitervermarkten.</b> Alle Netzbetreiber betreiben <b>eigene Backbones</b> und Zugangsnetze, ihre Ausbauprojekte sind nicht miteinander koordiniert, es herrscht ein scharfer Wettbewerb um lukrativste Gebiete.</p> <p><b>Fehlende Open Access-Regelungen haben zur Folge, dass Wettbewerb lediglich auf der Netzebene stattfindet,</b> wo es ein Duopol zwischen Telekom- und Vodafone-Kabel gibt. Die kommunalen Anbieter kommen nur langsam voran, weil es dort vielfach an Know-how fehlt.</p> <p>Insgesamt werden die Kunden für den Internetanschluss mehr bezahlen müssen, als dies heute der Fall ist. Dies ist auch der Grund, warum viele Haushalte im Jahr 2040 noch immer keine Glasfaser nutzen, obwohl dies technisch möglich wäre.</p> <p><b>Im Glasfaserbereich hinkt Deutschland im internationalen Vergleich weit hinterher (weniger als 5 % Glasfaserverfügbarkeit).</b> Derzeit gibt vielfältige Ausbauaktivitäten von privaten und kommunalen Akteuren. Allerdings: Wenn der Ausbau in der aktuellen Geschwindigkeit weitergeht, dauert es noch 20 Jahre bis zu einer vollständigen Versorgung der Bevölkerung mit Glasfaser. Beim Mobilfunk in der 5G-Version dürfte es noch länger dauern.</p>	<p>dem neuesten WLAN-Standard erreichen. Funkverbindungen sind auf Sendestationen angewiesen, die an <b>Glasfaser-Backbones</b> angebunden sein müssen. D. h. ein <b>engmaschiges Glasfaser-Festnetz ist Voraussetzung</b> für alle Verbindungsarten.</p> <p>Das Ziel wurde schneller erreicht, als 2019 noch zu erwarten gewesen war. Bessere Koordination und funktionierender Wettbewerb sorgten für einen schnellen Ausbau und für niedrige Preise.</p> <p>Ausschlaggebend waren aus der Rückschau zwei Faktoren: Die <b>Ausbauoffensive der Kabelnetzbetreiber ab 2020</b> hat dazu geführt, dass die TK-Anbieter nachziehen mussten. Dies hat eine enorme Dynamik beim Glasfaserausbau erzeugt.</p> <p>Die Politik hat durch den runden Tisch <b>„Gigabitau Bau für Deutschland“ für eine bessere Koordination</b> von kommerziellen und kommunalen Ausbauaktivitäten gesorgt. So konnte der Ausbau auch in den ländlichen Gebieten mit staatlicher Förderung vorangetrieben werden. Gigabitanschlüsse werden von allen genutzt, weil die <b>Preise moderat</b> sind.</p> <p>Dies ist das <b>Ergebnis der Regulierung</b>, die es geschafft hat, in einer komplexen Anbieterlandschaft Wettbewerb zu schaffen. Kunden können unkompliziert wechseln. Durch <b>Open Access-Regelungen findet Wettbewerb auch auf der Anwendungsebene</b> statt. <b>Die Wirtschaft hat von der verfügbaren Bandbreite profitiert.</b> Es wurden innovative Dienste entwickelt und es haben sich Hotspots der Digitalisierung gebildet.</p>

Danke an die Expertenrunde:

Dr. Michael Krail, Dr. Jonathan Köhler, Dr. Benjamin Pfluger, Dr. Jakob Wachsmuth, Julius Wesche, Dr. Bernd Beckert, Dr. Thomas Hillenbrand - alle Fraunhofer ISI

Ausgehend von der Annahme, dass die deutschen Klimaziele nur mit großen Anstrengungen noch erreichbar sind (vgl. auch die GreenLife-Szenarien der RESCUE-Studie in UBA Climate Change 36/2019), werden im Folgenden nur für das OPTIMAL-Szenario die resultierenden Infrastrukturen beschreiben.

### Resultierende Infrastrukturen im Konzept OPTIMAL 2050

#### Wasserversorgung und Abwasserentsorgung

**Regenwasser-Retentionsräume** auf Grundstücks-, Quartiers- und Stadtebene. Mehrfache Leitungen (Abwasserteilströme im Haus) sowie doppelte Versorgung (Trink- und Betriebswasser) im Haus. **Betriebswassernetze** in Quartieren. Druck- oder Unterdruckentwässerung für restliches Abwasser. **Wärmerückgewinnung.** Kläranlagen als **strategische Knoten im Netz.**

## Resultierende Infrastrukturen im Konzept OPTIMAL 2050

### Mobilität

**Rückbau** der Straßeninfrastruktur. **Umwidmung** von Straßenflächen für Rad- und Fußverkehr, **Ausweitung des Radschnellwegenetzes**. **Flächendeckender Ausbau von Schnell- und Normalladesäulen**. Ausbau **Oberleitungsinfrastruktur** auf Bundesautobahnen (ca. 4.000 bis 10.000 km) für Hybrid-Oberleitungs-LkW. **Ausbau H2-Tankstellennetz** auf 1.000 Tankstellen. **Ausbau der Schieneninfrastruktur** (Zubau von Zuläufen für die internationalen Bahnkorridore, wichtiger Schienenknoten, Elektrifizierung der Nebenstrecken, zunehmende Digitalisierung in der Leit- und Sicherungstechnik – **ETCS Level 3**). Ausbau Nord-Süd (Häfen und Berlin). Ausbau grenzübergreifende Strecken. Verbot inländischer Flüge, Ausstattung der **Flughäfen mit Infrastruktur zur Betankung mit Biokraftstoffen der 3. Generation**. **Kein weiterer Aus- und Aufbau der Flughäfen**. **Schifffahrt: Ausbau von PtX und H2 in Häfen**. Ausbau Hinterlandinfrastruktur.

### Wärme

Raumwärme und Warmwasser wird über **solarthermische Anlagen und Wärmepumpen** zur Verfügung gestellt. Es wird **Tiefengeothermie** und **Solarthermie** sowie als Brückentechnologie **Abwärme** von Großverbrauchern genutzt. Wo dies nicht möglich ist, kommen verstärkt **Großwärmepumpen** zum Einsatz. Gebäude im Stadtrandgebieten und auf dem Land werden hauptsächlich mit **eigenen Solar-Thermieanlagen und/oder Solar-PV-Anlagen** in Verbindung mit Wärmepumpen versorgt. **Klein- und Kleinstwärmenetze entstehen rund um urbane oder suburbane Wärmeemittenten** wie Supermärkte, Lagerhallen oder andere Gewerbegebäude. Die **Gasinfrastruktur wird mittelfristig zurückgebaut**. Biogas wird nicht (mehr) für Gebäudewärme genutzt, sondern findet seine Anwendung ausschließlich in industriellen Anlagen.

### Gas

**Deutliche Änderung des Infrastrukturbedarfs**. Gasverteilnetze in Wohngebieten nur noch vereinzelt notwendig. Gasnetze für Industrie abgesehen von energieintensiven Branchen nur vereinzelt benötigt. **Erhalt größerer Gasspeicherkapazitäten für Peak-Nachfragen**, deren Nutzung stärker fluktuiert. Aufbau von **regionalen H2-Netzen**, teils durch Umwidmung bestehender redundanter Gasnetze. Höhere **Wasserstoffverträglichkeit von Betriebsmitteln** notwendig. **Umbau des Fernleitungsnetzes hin zu anderen Flussrichtungen und Importrouten für erneuerbares Methan**.

### Strom

Stromerzeugung **vollständig aus erneuerbaren Quellen**. Durch Sektorkopplung nimmt die Bedeutung von Strom in Wärme und Mobilität zu. Es gibt „**Stromspeicher**“, die bei geringem EE-Dargebot Strom bereitstellen. Ohne/mit wenig strombasierten Energieträgern: Langfristig starker Stromnetzausbau über die derzeitigen Planungen hinaus erforderlich. Gilt im Übertragungsnetz (Akzeptanz für neue Freileitungen? Hohe Kosten für Erdkabel?) und für die Verteilungsnetze, wo neue Verbraucher, insbesondere Wärmepumpen und Elektromobilität, höhere Leistungen erfordern. Mit strombasierten Energieträgern: Weniger Netzausbau im Übertragungs- als auch im Verteilnetz erforderlich. Dafür jedoch andere Infrastrukturen erforderlich, die entweder weiter betrieben, umgestellt oder neu gebaut werden müssen.

### Daten und IKT

**Zuführungs-Backbones durchgehend auf Glasfaserbasis**.

## Resultierende Infrastrukturen im Konzept OPTIMAL 2050

Endkundenzugangsnetze als **direkte Glasfaserzugänge**, schneller Übergang von herkömmlichem TK- und Kabel-TV-Netz auf Glasfaser.

Durch **Koordination der Ausbauaktivitäten aller Akteure** beinahe gleichzeitiger Ausbau in dicht und dünn besiedelten Gebieten. Im mobilen und portablen Bereich: **Anbindung von Antennenmasten an leistungsfähige Festnetz-Verbindungen (Nodes) wächst langsam.**

Dank an die Expertenrunde:

Dr. Michael Krail, Dr. Jonathan Köhler, Dr. Benjamin Pfluger, Dr. Jakob Wachsmuth, Julius Wesche, Dr. Bernd Beckert, Dr. Thomas Hillenbrand - alle Fraunhofer ISI

## 6.2 Zusammenfassende Schlussfolgerungen aus den Zukunftsszenarien

Wie oben dargestellt, wurden in einem Expertenworkshop die für Infrastrukturen relevanten Indikatoren identifiziert und Umfeldszenarien für diese entwickelt. Als Indikator mit dem stärksten Einfluss wurde „die Rolle des Staates“ identifiziert, der als Startpunkt für die Ableitung von fünf Szenarien diente.

Konsens in allen Szenarien ist, dass eine konsequente und zügige Anpassung in allen betrachteten Infrastrukturbereichen notwendig ist, um CO<sub>2</sub>-Emissionen zu senken und schon jetzt absehbaren Folgen, wie bspw. die Zunahme von Starkregen und Hitze- resp. Dürreperioden, abzufedern. In der Diskussion des Szenarien-Workshops zeigte sich, dass "der Staat" dabei eine Schlüsselrolle einnimmt, egal, ob er passiv bleibt oder Anreize setzt oder eher regulierend wirkt oder ob er in Richtung einer Internalisierung externer Kosten die Marktpreise im Sinne der "wahren Preise" für Konsum oder Mobilität beeinflusst. Damit verbunden wurde die Frage der Daseinsvorsorge/Grundversorgung, bspw. auch im Bereich der Digitalisierung diskutiert. Die Szenarien, in denen der Staat sich aus einer Gestaltung der notwendigen Transformationsprozesse heraushält, enden in eher dystopischen Umwelt- und Gesellschaftszukünften, wie etwa die Szenarien "*Laissez-faire*" oder „*Ignoranz*“, s. oben.

Für die Betrachtung notwendiger Infrastrukturentwicklungen ergab sich im Workshop, dass die dystopischen Szenarien keine Option für die Weiterentwicklung von Infrastrukturszenarien sein können. Daher wurden in ergänzenden Expertengesprächen am Fraunhofer ISI nur noch zwei Szenarien möglicher Entwicklungen betrachtet: das Szenario „WEITER SO 2050“ und „OPTIMAL 2050“.

Wenn man die Fortführung bisheriger Entwicklungen mit einer wünschenswerten, optimalen Entwicklung vergleicht, zeigen sich auf Basis der Ergebnisse aus Kap. 6.1 deutliche Unterschiede. Unter dem Aspekt integrierter Infrastrukturen müssen u. a. folgende Systeme zusammen gedacht bzw. verlegt werden:

- ▶ Verbessertes Regenwasser-Management durch Digitalisierung: Vorhersage von Starkregeneignissen und Bewirtschaftung von Speicherräumen,
- ▶ Nahwärmenetze, die bspw. aus Abwasserwärme gespeist werden,
- ▶ Zusammenverlegung von IKT mit Mobilitätsinfrastrukturen, die durchgängig durch eine starke Digitalisierung geprägt sind,

- ▶ multifunktionale Flächen (z.B. Rad- und Fußwege, die aus PV-Bodenelementen bestehen; Verkehrsflächen, die auch zur Regenwasserretention dienen; Stadtgrün, das auch zur Stadtklimatisierung dient und durch geeignetes Regen- und Betriebswassermanagement bewässert wird; etc.),
- ▶ Autobahnen, die aufgrund von Oberleitungen für LkW mit Stromleitungen verbunden sein müssen,
- ▶ Schienennetze, die mit Strom und Datenleitungen vernetzt sein müssen,
- ▶ Schifffahrt: Verknüpfung von H<sub>2</sub>-Infrastruktur/PtX mit Stromnetzen.
- ▶ Die Entwicklung der Gasinfrastruktur ist zurzeit eher noch unsicherer als die anderen Infrastrukturen. Möglich sind: Redundanz durch Strom und Gas im Parallelbetrieb, eine reine H<sub>2</sub>-Versorgung ohne Erdgas (reines H<sub>2</sub> ist mit grundsätzlichem Umbau der Infrastruktur verbunden (Materialien und Endgeräte), Beimischung sind bis zu 10-Vol. % möglich)) oder eine rein elektrische Energiewirtschaft.
- ▶ Bei rein elektrischer Energiewirtschaft hängt der Ausbaugrad des Netzes davon ab, wieviel PtX-Kraftstoffe hergestellt werden, um die Energieversorgung in Bereichen wie Mobilität oder Wärme sicher zu stellen.
- ▶ Die Stromversorgung muss mittelfristig komplett aus erneuerbaren Quellen erfolgen, dabei werden aber weiterhin Gasspeicher (nicht zwingend Erdgas) als Puffer notwendig sein.

Auch hier wird die Notwendigkeit einer gestaltenden Politik deutlich, indem bspw. für den Ausbau der IKT-Infrastruktur eine klare Koordination aller Akteure und Maßnahmen als unbedingt notwendig erachtet wird.

Die einzelnen Sektoren sind enger miteinander verzahnt. So wird bspw. Strom zu Wärme (Wärmepumpen), Gas oder synthetischen Kraftstoffen (PtX). Abwasser kann als Wärmequelle dienen, Kläranlagen können mit ihren diversen technischen Strukturen wichtige Knoten in Infrastrukturnetzen bilden. Eine Strategie, die eine sektorübergreifende Planung beinhaltet und bspw. mindestens Knotenpunkte vorsieht, an denen sich verschiedenen Infrastrukturen "treffen", wird daher als sinnvoll und notwendig erachtet.

## 7 Fazit und Empfehlungen

### 7.1 Vergleich der qualitativen und quantitativen Bewertung der ökologischen Indikatoren

In Tabelle 22 sind die Ergebnisse der Bewertung zusammengefasst. Bei den ausführlichen Analysen in Kapitel 4 (vgl. Tabelle 18) werden vier verschiedene gebündelte Fälle mit unterschiedlichen Einzelsystemen unterschieden, sowie unterschiedliche Wirkungen, z. B. Flächeninanspruchnahme für die Lagerung des Oberbodens, der Lagerung des Erdaushubs usw. Daher ergeben sich Bandbreiten bei den Wirkungsfaktoren. Insgesamt zeigen aber auch die ausführlichen Analysen der vier untersuchten Indikatoren denselben Trend auf wie die Abschätzungen der Nachhaltigkeitsbewertung des Kapitels 3.3.2 (vgl. Tabelle 9).

**Tabelle 22: Vergleich der Wirkungsfaktoren der untersuchten Indikatoren der Nachhaltigkeitsbewertung (Kapitel 3) und der vertieften Umwelt-Analyse (Kapitel 4)**

Dimension	Indikator	Wirkungsfaktor Gebündelt (G)	Wirkungsfaktor Ungebündelt (UG)	
			(vgl. Tabelle 9)	(vgl. Tabelle 18)
Ökologisch 1	Gesamtmenge an Abfall	1	1	
Ökologisch 2	Bodenaushub, inerte Stoffe	1	1,5	1-11,3
Ökologisch 3	Primärenergieverbrauch	1	1,5	
Ökologisch 4	Transporte – Treibhausgasemissionen	1	1,5	
Ökologisch 5	Stoffeinträge in Die Umwelt	1	1,5	1 - 5
Ökologisch 6	Flächeninanspruchnahme	1	1,5	0,8 – 4,5
Ökologisch 7	Flächentransformation	1	1,5	1,8 – 5,8
Ökologisch 8	Einfluss auf geschützte Arten	1	1,5	
Ökologisch 9	Bodenqualität	1	1	
Ökologisch 10	Grundwassersituation	1	1	
Ökonomisch 1	Über die Lebensphasen entstehende Kosten	1	1,5	
Ökonomisch 2	Zusatzkosten	1	0,5	
Ökonomisch 3	Benachteiligung lokaler Unternehmen	1	0,3	
Sozial 1	Emissionen (Nachbarschaftsbelastung)	1	1,5	
Sozial 2	Planungsaufwand	1	0,8	
Sozial 3	Information und Transparenz (Mittel)	1	1,5	
Sozial 4	Akzeptanz und Realisierbarkeit (Folge)	1	1,5	

Die in Tabelle 22 dargestellten Ergebnisse zeigen, dass die gebündelte Verlegung in der Regel mit weniger Wirkungen einhergehen. Dies betrifft bei den ökologischen Indikatoren vor allem den Bodenaushub, Energieverbrauch/Treibhausgas-Emissionen und die Flächennutzung (Inanspruchnahme und Transformation). Einige der Indikatoren sind sehr stark von den jeweiligen räumlichen Gegebenheiten abhängig und können daher sinnvollerweise nur für ein konkretes Vorhaben beantwortet werden. Dazu gehören der Einfluss auf geschützte Arten und die Grundwassersituation. Diese regionalen Indikatoren können die globale Aussage zugunsten der Bündelung kippen.

Bei einigen ökonomischen und sozialen Indikatoren sind die Wirkungen bei gebündelten Infrastrukturen höher als bei ungebündelten Infrastrukturen. Dies betrifft Zusatzkosten, Benachteiligung lokaler Unternehmen und den Planungsaufwand. Es besteht aber die Möglichkeit, durch entsprechende Maßnahmen diese unerwünschten Wirkungen abzufedern, z. B. durch kleinere Lose bei der Ausschreibung und Ansprache regionaler Unternehmen.

## 7.2 Konsequenzen aus dem Vergleich der Umweltwirkungen

Auch, wenn die detaillierten Vergleichsuntersuchungen der Umweltwirkungen von gebündelten und ungebündelten Infrastrukturen im Wesentlichen nur am Beispiel des Verbundprojekts durchgeführt werden konnten, kann zusammenfassend eindeutig der Schluss gezogen werden, dass die resultierenden negativen Umweltwirkungen gebündelt verlegter Leitungssysteme im offenen Grabenbau deutlich geringer sind als in der Summe der Einzelverlegungen.

Gleichzeitig wurde deutlich, dass Bündelung nicht gleich Bündelung ist. Die Bandbreite des Untersuchungsspektrums zur Bündelung ist groß. Sie kann von der Auswahl des Verlegeverfahrens (z. B. konventioneller Tiefbau vs. Pflugverfahren), Art der Bauweise (offene, geschlossene oder halb offene Bauweise) und der Gestaltung des integrierten Leitungsbaus und der potenziell bestehenden Möglichkeit nachträglich ein Leitungssystem einzubauen, abhängen.

Entsprechend ist die Antwort auf die Frage, welche Umweltwirkungen in welchem Maße durch Bündelung gemindert werden können, ganz wesentlich davon abhängig, wie die Bündelung ausgeführt ist:

- ▶ Wie viele Systeme sind verbaut?
- ▶ Wie ist das daraus resultierende erforderliche Grabenvolumen?
- ▶ Welche Techniken werden angewendet?
- ▶ Welches Verlegeverfahren ist bei der Querung besonders empfindlicher Flächen zu wählen?
- ▶ etc.

Bezogen auf die einzelnen unterschiedlichen Umweltwirkungen kann festgehalten werden, dass durch die Bündelung im offenen Grabenbau im Wesentlichen die Volumina des zu bewegenden und zwischenzulagernden Bodens deutlich reduziert sowie der ggf. von Gehölzaufwuchs freizuhaltende Trassenraum verringert werden kann. Dieses wirkt sich deutlich positiv auf die Bilanz der Umweltauswirkungen in der Bau- und Anlagephase aus.

Die durch Bündelung zu erreichende Minderung von Umweltwirkungen ist grundsätzlich desto größer, je mehr Leitungssysteme in einem Graben integriert werden.

Die integrierte Bündelung als Mehrfachverlegung im offenen Grabenbau reduziert die Umweltwirkungen in Verbindung mit der Leitungsgröße. Je einheitlicher der äußere Rohrdurchmesser

der zu integrierenden Leitungssysteme ist, desto stärker können negative Umweltwirkungen vermindert werden.

Die durch Bündelung zu erreichende Minderung von raumabhängigen Umweltauswirkungen ist grundsätzlich desto größer, je empfindlicher und wertvoller der Umweltzustand im betroffenen Raum ist. Daraus ist die Forderung abzuleiten, dass eine Bündelung insbesondere dann zu prüfen ist, wenn Flächen der Kategorien betroffen sind, die als besonders konflikträftig einzustufen sind und diese nicht umgangen werden können. Das betrifft beispielsweise die Querung von FFH-, Naturschutz- und Vogelschutzgebieten sowie der drei ökologisch sensiblen Bereiche Wälder, Gewässer und Kulturlandschaften.

Der Vergleich der Umweltwirkungen gebündelter und ungebündelter Verlegung von Leitungssystemen im offenen Grabenbau hat damit die Ausgangshypothese des Projektes INTEGRIS gestützt, dass gebündelte Infrastruktur im integrierten Grabenbau nachhaltiger ist als Einzelverlegungen. Darüber hinaus haben die Analysen der Umweltwirkungen (vgl. Kap. 4) weitere Ergebnisse hervorgebracht, aus denen Hinweise für eine möglichst umweltverträgliche Gestaltung des Ausbaus unterirdischer Infrastruktur abgeleitet werden können. Nachfolgend werden die einzelnen Ergebnisse noch einmal in kurzer Form aufgegriffen und daraus jeweils Empfehlungen für die räumliche Planung abgeleitet.

- a) Der Vergleich der Umweltwirkungen von gebündelter Infrastruktur im integrierten Grabenbau mit Einzelverlegung hat gezeigt, dass ein großer Teil der Wirkungen bei integrierter Verlegung deutlich geringer ist (Faktor 2-3) als bei vergleichbarer Einzelverlegung der gleichen Medien in der Summe auftreten würden.

Im Vergleich zur Einzelverlegung der Systeme bietet deren integrierte Verlegung in einem Graben die Möglichkeit, das Volumen des zu bewegenden und zwischenzulagernden Bodens sowie der ggf. von Gehölzaufwuchs freizuhaltende Trassenraum deutlich zu reduzieren. Damit verbunden werden auch die Umweltwirkungen Flächeninanspruchnahme, Bodenverdichtung, Bodenauf- und -abtrag sowie Emissionen von Stäuben und Gasen während der Bauphase sowie die holzfrei zu haltenden Leitungstreifen des Schutzstreifens der Anlage selbst deutlich verringert.

Die Reduktion der Bodenarbeiten und die verringerte Flächeninanspruchnahme in der Bauphase senken nicht nur die Umweltauswirkungen auf die betroffenen Schutzgüter Boden und Fläche, sondern vermindert auch die auf die Schutzgüter Tiere, Pflanzen und Biologische Vielfalt. Weiterhin reduziert die Bündelung die Umweltauswirkungen auf das Klima und die Luft, indem Arbeitsschritte über den einmaligen Einsatz von Baugeräten und -maschinen hinaus entfallen und dadurch der Ausstoß von Stäuben und Gasen deutlich herabgesetzt werden kann. Die anlagenseitigen Wirkungen der Bündelung zeigen vor allen Dingen, dass die Umweltauswirkungen der betroffenen o. g. Schutzgüter und der Landschaft im besonderen Maße gesenkt werden kann, weil bei der Bündelung die Schutzstreifenbreite jedes weiteren zu integrierenden Leitungssystems anteilmäßig dazugerechnet wird.

### **Empfehlung**

Sofern die Funktionsfähigkeit eines Leitungssystems durch ein anderes System im gleichen Graben nicht beeinträchtigt wird, sollte daher für Leitungstypen ähnlicher Größenordnung (z. B. Trinkwasser, Gas, Strom), die nach den Regeln des konventionellen Tiefbaus verbaut werden, stets eine integrierte Verlegung der verschiedenen Systeme geprüft werden.

Weil besonders die gebündelte Verlegung von mindestens zwei der drei Leitungssystemtypen Trinkwasser, Gas oder Strom in Verbindung mit einem Lichtwellenleiterkabel im offenen Gra-

benbau zur Minderung von Umweltwirkungen beiträgt, sollte die Prüfung von Bündelungsmöglichkeiten möglichst als neuer Standard für den integrierten Bau unterirdischer Infrastruktur festgelegt werden.

Um (dauerhafte) Vorteile der ressourcenorientierten Vorgaben zur Kalkulation von Infrastrukturvorhaben für die Mehrfachverlegung zu nutzen und sie beim integrierten Infrastrukturbau zu intensivieren, ist es unerlässlich, bestehende und konsultierte Regelwerke mit Informationen zur Mehrfachverlegung nach dem Beispiel im DVGW W 400-1 auszustatten. Dazu sollte ein intensiver Fachaustausch und Vernetzungsaktivitäten, z. B. zwischen dem Deutschen Verein des Gas- und Wasserfachs e. V. – Technisch-wissenschaftlicher Verein (DVGW), Bundesverband der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft (BGW) und der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) initiiert werden.

In Zusammenhang mit dem Stromausbau ist die Bündelung im Gesetz zur Beschleunigung des Energieleitungsausbaus vom 13. Mai 2019 als Neubau mit Leerrohren für Höchstspannungsleitungen in der Mehrfachverlegung und somit gleichzeitig als additive Vorausplanung bzw. als Leitungsausbau für die Zukunft bereits vorgesehen (§ 43j EnWG). Seitens der Forschungsnehmer wird angeregt, die Bündelung im integrierten Grabenbau auch über Hochspannungsleitungen und den Ausbau von Leerrohren (additive Bündelung) hinaus für Vorhabenträger zur Verfügung zu stellen. Voraussetzung dafür ist, dass sich deren Wirkungszusammenhänge nicht negativ beeinflussen (siehe hierzu auch unter 5.4.3.3.).

- b) Nur die Umweltwirkungen der Einzelverlegung des Lichtwellenleiters können in Fällen, in denen das Pflugverfahren an Stelle der Verlegung im konventionellen Tiefbau angewendet wird, so reduziert werden, dass es geringfügig umweltschonender ist als der Bau eines integrierten Leitungsgrabens.

Die Ergebnisse aus dem Vergleich der Umweltwirkungen zwischen der Bündelung und der Einzelverlegung zeigen für den integrierten Bau der Leitungssysteme Trinkwasser und Lichtwellenleiter, dass in Bezug auf die Flächeninanspruchnahme und die Emission von Stäuben und Gasen die Umweltwirkungen aus der Einzelverlegung der Leitungssysteme in Summe geringfügig geringer ausfallen würden, wenn die Verlegung des Lichtwellenleiters im Pflugverfahren und nicht wie die anderen untersuchten Leitungssysteme im konventionellen Tiefbau verbaut werden würden. Das liegt an den wegfallenden Arbeitsschritten in der Trassenvorbereitung und Grabenherstellung. Erst ab der Anzahl von drei verlegten Leitungssystemen sind die Umweltwirkungen des integrierten konventionellen Tiefbaus geringer als die summarischen Vorteile der Einzelverlegung durch die Verlegung des Lichtwellenleiters im Pflugverfahren. Dafür muss die Zusammenstellung der Leitungen im integrierten Graben über zwei integrierte Leitungssysteme verfügen, die größer sind als der äußere Rohrdurchmesser des Lichtwellenleiters.

### **Empfehlung**

Aus diesem Grund wird empfohlen, den integrierten Einbau von Lichtwellenleitern mit zwei Leitungssystemen eines größeren äußeren Rohrdurchmessers im klassischen Grabenbau zu forcieren.

Um dem integrierten gebündelten Grabenbau mehr Wirksamkeit in der Planungspraxis einzuräumen, wird angeregt, neben den rechtlich bindenden Regularien aus dem Gesetz zur Erleichterung des Ausbaus digitaler Hochgeschwindigkeitsnetze (DigiNetzG) und der vom Bundesbreitbandbüro(o. a.) zusammengestellten DigiNetz-Gesetz-Umsetzungshilfe für das Thema „Mitverlegung im integrierten gebündelten Grabenbau“ neben den darin enthaltenen beispielhaften Musterverträgen zur Mitbenutzung, Rundschreiben, etc. aufzunehmen. Im Hinblick auf die Umsetzung der oben aufgeführten Empfehlung wäre die Erweiterung des Leitfadens zu möglichen Verlegetechniken ein erster Ansatz, um über die Bündelungsmöglichkeit des Lichtwellenleiters mit



anderen Infrastrukturen im offenen Grabenbau zu informieren. Institutionell könnte der Erstellungsprozess der Begleithilfe von der Nationalen Streitbeilegungsstelle des DigiNetz-Gesetzes oder die von der Bundesnetzagentur eingerichteten zentralen Informationsstelle des Bundes initiiert und unterstützt werden. Darüber hinaus könnten sie die institutionelle Begleitung übernehmen.

In der Einzelverlegung ist aus Umweltsicht bei unversiegelten Flächen das Pflugverfahren dem konventionellen Tiefbau vorzuziehen.

- c) In Räumen, die gegenüber den betreffenden Umweltwirkungen eine besonders hohe Empfindlichkeit aufweisen, ist das Potenzial, die Umweltauswirkungen durch integrierte Verlegung zu mindern, besonders groß, so dass hier eine besondere Dringlichkeit besteht.

Die Ergebnisse des raumabhängigen Vergleichs zeigen, dass die 21 ermittelten Indikatoren gut geeignet sind, um in der Planungspraxis bei Eingriffen „Integrierter unterirdisch verbauter Infrastrukturgraben“ verwendet zu werden. Sie können für die Infrastrukturleitungen Trinkwasser, Gas, Strom und Lichtwellenleiter besonders empfindliche Räume anzeigen, für die ein besonders großes Potenzial besteht, Umweltauswirkungen durch eine integrierte Verlegung von Leitungssystemen zu mindern.

### **Empfehlung**

Weil eine integrierte Bündelung unterirdischer Infrastruktursysteme, verglichen mit Einzelverlegungen, immer mit einem erhöhten Koordinationsaufwand verbunden ist, wird man in jedem Einzelfall zu beurteilen haben, ob dieser zusätzliche Aufwand gerechtfertigt ist. Dabei sollte gelten, je stärker die Umweltauswirkungen durch Bündelung gemindert werden können, desto eher ist der zusätzliche Koordinationsaufwand gerechtfertigt. Daraus folgt die Forderung, dass die integrierte Bündelung insbesondere dann zum Tragen kommen sollte, wenn von der Einzelverlegung betroffene Räume eine besonders hohe Empfindlichkeit gegenüber den Wirkungen des Leitungsbaus aufweisen.

Dabei ist jedoch stets zu beachten, dass bei der Betroffenheit von FFH-, Naturschutz- und Vogelschutzgebieten sowie der drei ökologisch sensiblen Bereiche Wälder, Gewässer und Kulturlandschaften grundsätzlich eher eine Umgehung zu empfehlen ist. Für den Fall, dass eine Umgehung nicht möglich ist, wird eine Querung angeregt, bei der möglichst platzsparend vorgegangen werden sollte, wie dies grundsätzlich bei beengten Platzverhältnissen im Baufeld geschieht. Eine Querung von Siedlungen, WSG Zone I und II wird in der offenen Bauweise ausgeschlossen.

Um dieser Empfehlung eine größere Verbindlichkeit in der Planungspraxis einzuräumen, sollten die Einwirkungsmöglichkeiten auf Vorhabenträger, Bündelungsalternativen in geeigneten Fällen zu wählen, gestärkt werden. Zur Diskussion der rechtlichen Umsetzungsmöglichkeiten einer solchen Forderung siehe sogleich unter 6.3.1.1.1.

- d) Recherchen zum Stand der Praxis haben gezeigt, dass im regionalen Maßstab bisher nur in seltenen Fällen mehrere linienhafte Infrastrukturen gleichzeitig im integrierten Grabenbau verlegt wurden. Allerdings bieten die im innerstädtischen Bereich praktizierten technischen Möglichkeiten der integrierten Verlegung verschiedener Leitungssysteme sehr viel Potenzial, um sie im regionalen Maßstab nutzbar zu machen.

Die Ergebnisse zum Status-Quo gebündelter Infrastrukturvorhaben hat gezeigt, dass die integrierte Bündelung verschiedener Leitungssystemtypen im innerstädtischen Bereich im offenen Graben, im Tunnelbau und in der geschlossenen Bauweise durchgeführt werden. Das KNE-Beispiel belegt die Möglichkeiten des integrierten Infrastrukturbaus in der offenen und geschlossenen Bauweise auf der Ebene der Regionalplanung und geht beispielhaft voran.

## Empfehlung

Für einen erfolgreichen und nachhaltigen integrierten Infrastrukturausbau auf der regionalen Ebene wird dringend angeregt, das Potenzial des innerstädtischen integrierten Infrastrukturausbaus aufzugreifen und anzuerkennen, um die planenden Akteure über die Übertragungsmöglichkeiten aufzuklären und den gesammelten Erfahrungsschatz über die integrierte Bündelung auf der Ebene der Regionalplanung nutzbar zu machen. Dafür könnten in einer Informationsbroschüre die wesentlichen Vorteile und Nachteile des innerstädtischen integrierten Infrastrukturausbaus zusammengestellt und veröffentlicht werden.

### Weitergehende Möglichkeiten zur Minderung von Umweltauswirkungen

Über die reine Bündelung hinaus können die Umweltwirkungen noch weiter reduziert werden, wenn besonders ressourcenschonende Bauverfahren angewendet werden. Im Zusammenhang mit der Auswahl des Verlegeverfahrens, der Art der Bauweise und der Art des Leitungsbaus besteht jedoch weiterer Untersuchungsbedarf, um diese Minderungspotenziale optimal zu erschließen. In diesem Rahmen könnte dann auch näher untersucht werden, wie die im KNE-Beispiel erprobten Möglichkeiten des integrierten Infrastrukturausbaus der offenen und geschlossenen Bauweise um technische Möglichkeiten, die sich bereits im innerstädtischen Bereich bewährt haben, erweitert werden könnten. Im Einzelnen betrifft es die folgenden technischen Aspekte:

- ▶ Entwicklung alternativer Verletechniken, wie beispielsweise das Pflugverfahren, das für Lichtwellenleiter bereits zur Anwendung kommt.
- ▶ Weiterentwicklung von Technologien zur Verlegung in geschlossener Bauweise, wie häufig im innerstädtischen Bereich oder bei der Querung von Straßen oder Gewässern praktiziert, für Anwendungen über längere Distanzen.
- ▶ Ausweitung von ressourcenschonenden Bauverfahren, wie sie bisher bei beengten Platzverhältnissen zur Anwendung kommen, insbesondere bei Verlegungen in empfindlichen Gebieten.
- ▶ Umnutzung stillgelegter Leitungssysteme

Um den Infrastrukturausbau mittel- bis langfristig insgesamt umweltverträglicher zu machen, wäre eine stärker gestufte Planung zu empfehlen, die auf der vorgelagerten Ebene die strategischen Bündelungsoptionen mit anderen Infrastrukturen identifiziert und auf der Ebene der räumlichen Planung zu einer besseren räumlichen Steuerung der Bündelung beiträgt. Das betrifft alle gängigen Leitungsmedien, wie sie nicht zuletzt auch im KNE-Projekt verlegt wurden (z.B. Trinkwasser, Biogas, Erdgas, Strom oder Lichtwellenleiter).

Die räumliche Steuerung könnte über die Ausweisung von Korridoren für die Trassenverläufe der integrierten Bündelung auf der Ebene der Regionalplanung erfolgen. Eng am Aufbau und der Struktur eines (Teil-)Regionalplans für Windenergienutzung orientiert, ließen sich die aus der Regionalplanung bekannten Eignungs-, Vorbehalts- und Ausschlussflächen auf Korridore für Trassenverläufe übertragen. Für die Ermittlung der Korridore könnten die Ergebnisse aus dem raumabhängigen Vergleich gebündelter und ungebündelter unterirdisch verbauter Infrastruktur verwendet werden. Bei Bedarf wäre es möglich, die Korridore weiter zu dezidieren, indem ergänzend zur offenen Grabenbauweise auch andere Ausbaumformen in die Analyse der Korridore aufgenommen würden. Durch die Ausweisung solcher Korridore im Zuge der Regionalplanung könnten zusätzliche Anreize für die integrierte Bündelung geschaffen werden.

Mit der Studie "Klärung von Grundsatzfragen für die Bündelung von Übertragungsleitungen mit Nationalstraßen und Eisenbahnstrecken" in der Schweiz wurde durch das Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) die Entwicklung eines ersten Ansatzes zur räumlichen Steuerung in Auftrag gegeben, um einen Beitrag zur Entlastung der Landschaft zu schaffen. In der Studie wurde die Verlegung der Übertragungsleitungen in Tunnel bzw. im Schachtbetrieb untersucht.

Im Zuge darüber hinaus gehender strategischer Überlegungen zur Bündelung gilt es weitere Infrastrukturen für die Bündelung zu identifizieren. Dafür sollte in erster Linie ein Austausch verantwortlicher Akteure und ihrer Anliegen ermöglicht werden. Diese Anliegen könnten über die individuellen Chancen und Herausforderungen hinaus die Herangehensweise der Steuerung ansprechen, indem beispielsweise speziell die Bündelungsmöglichkeiten im Zusammenhang mit der Sektorenkopplung untersucht werden.

### 7.3 Fazit aus der Szenarienbetrachtung

Bei integrierten Infrastruktursystemen wird die Notwendigkeit einer gestaltenden Politik deutlich. Aktuell wird gerade im IKT-Bereich eine klare Koordination aller Akteure und Maßnahmen als unbedingt notwendig erachtet, um einen gleichmäßigen und zügigen Ausbau zu erreichen.

Der notwendige und inzwischen gestartete Ausbau des Schienennetzes birgt Potenziale für einen synergistischen Ausbau weiterer Infrastrukturen.

In diesem Sinn wäre der in den Szenarien adressierte "Staat" mit einem Großteil der Ressorts beteiligt. Neben der Staatsministerin für Digitalisierung sind mindestens die Bundesministerien (BM) für Verkehr und digitale Infrastruktur, für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, des Innern für Bau und Heimat, für Ernährung und Landwirtschaft sowie für Wirtschaft und Energie gefordert. Darüber hinaus sind auch das BM für Finanzen, sowie das BM für Bildung und Forschung gefragt. Hier wäre im Sinne einer missionsorientierten Innovationspolitik eine deutlich übergreifende Zusammenarbeit wünschenswert.

Eine genaue Analyse der notwendigen politischen Akteure inkl. einer ggf. notwendigen Detaillierungstiefe auf zu beteiligende Referate und Fachgremien übersteigt die Arbeitstiefe der Szenarioanalyse, wäre aber aber eine sinnvolle Vorbereitung für bspw. Querschnitts-Arbeitsgruppen.

Die einzelnen Sektoren sind zukünftig enger miteinander verzahnt. Knotenpunkte als Punkte der Umwandlung verschiedener Energieträger und optionale Standorte für eine Übertragung werden wichtiger. So wird bspw. Strom zu Wärme (Wärmepumpen), zu Wasserstoff oder synthetischen Kraftstoffen (PtL). Abwasser kann als Wärmequelle für Nahwärmenetze dienen, Wasserstoff in Brennstoffzellen verstromt werden oder Biogas in BHKWs. Eine Strategie, die eine sektorübergreifende Planung beinhaltet und bspw. mindestens Knotenpunkte vorsieht, an denen sich verschiedenen Infrastrukturen "treffen", ist daher sinnvoll und notwendig.

### 7.4 Empfehlungen für die Fortentwicklung des Rechtsrahmens

Es hat sich gezeigt, dass der planungs- und genehmigungsrechtliche Rechtsrahmen in zweierlei Hinsicht für die Bündelung leitungsgebundener Infrastrukturen relevant ist. Es können über bestimmte rechtliche Instrumente zum einen Angebote geschaffen werden, welche unternehmerische Entscheidungen zugunsten gebündelter Infrastrukturen fördern, oder für einzelne Konstellationen auch Pflichten der Eigentümer und Betreiber von Infrastrukturleitungen begründen, welche diese in bestimmten – obgleich wenigen – Konstellationen dazu zwingen, alleine oder in Koordination mit weiteren Eigentümern/Betreibern, Infrastrukturen zu bündeln. Die analysier-

ten rechtlichen Regelungen wirken insoweit – wenn auch in sehr begrenztem Maße – auf unternehmerische Entscheidungen ein, begrenzen die unternehmerische Entscheidungsfreiheit und verhindern für bestimmte Konstellationen Entscheidungen, die sich zwar unternehmerisch in Form von Rendite lohnen mögen, gesamtgesellschaftlich betrachtet jedoch Defizite hinsichtlich ihrer Nachhaltigkeit aufweisen. Zum anderen können rechtliche Regelungen diejenigen Vorhabenträger, die eine Bündelung von Infrastrukturen beabsichtigen, fördern oder aber Hemmnisse für die Realisierung solcher Vorhaben aufbauen. Hier geht es insbesondere um Regelungen, welche eine Zulassung von Bündelungsvorhaben erleichtern oder erschweren.

Im Rahmen der empirischen Untersuchungen und Expertenworkshops in INTEGRIS konnten zwar Ansatzpunkte identifiziert werden, an denen für eine Weiterentwicklung des Rechtsrahmens angeknüpft werden könnte, um dem Aspekt der Bündelung stärkeres Gewicht zu verleihen. Ausdrückliche Empfehlungen lassen sich hieraus jedoch nicht gewinnen. So konnten im Rahmen der empirischen Untersuchungen mangels einer hinreichenden Anzahl an Fallbeispielen keine hinreichend belastbaren Hinweise darauf gewonnen werden, dass die vorhandenen Regelungen nicht bereits heute zu einer angemessenen Berücksichtigung des Bündelungsbelangs in den im Rahmen von INTEGRIS behandelten Konstellationen führen.

Im Folgenden sollen dementsprechend konkrete Fortentwicklungsmöglichkeiten des Rechtsrahmens zur Förderung der Bündelung von Infrastrukturen i. S. e. nachhaltigen Leitungsausbaus offen diskutiert werden (7.4.1). Im Anschluss hieran ist der Übergang von gebündelten zu gekoppelten Infrastrukturen zu beschreiben und hier bestehender juristischer Forschungsbedarf aufzuzeigen (7.4.2).

#### **7.4.1 Überlegungen zu konkreten Fortentwicklungsmöglichkeiten**

Als Anknüpfungspunkte für eine konkrete Fortentwicklung des Rechtsrahmens für gebündelte leitungsgebundene Infrastrukturen kommen im Ausgangspunkt all jene Regelungskomplexe in Betracht, die im Rahmen der status-quo-Untersuchung betrachtet wurden. Für die Überlegungen soll auch weiterhin danach unterschieden werden, ob es um Regelungen geht, welche die Einwirkungsmöglichkeiten auf unternehmerische Entscheidungen über die Bündelung eines Vorhabens stärken (7.4.1.1), oder darum, eine beabsichtigte Bündelung zu erleichtern (7.4.1.2).

##### **7.4.1.1 Stärkere Einwirkung auf unternehmerische Entscheidungen**

###### **7.4.1.1.1 Stärkung der Einwirkungsmöglichkeiten auf Entscheidungen über die Bündelung von Leitungsvorhaben**

###### **Stärkung des Zugriffs auf vorgelagerten Planungsebenen**

Die Untersuchung des geltenden Rechtsrahmens hat gezeigt, dass die staatlichen Einwirkungsmöglichkeiten auf die Führung leitungsgebundener Infrastrukturen sowohl auf Planungs- als auch auf Zulassungsebene stark begrenzt sind. Für die Planungsebene wurde gezeigt, dass der Belang der Bündelung zwar auf allen Ebenen der Gesamtplanung für die planerische Trassierung berücksichtigungsfähig ist und im Ausgleich mit anderen raumbedeutsamen Belangen seinen Ausdruck in Festlegungen, Darstellungen und Festsetzungen finden kann.<sup>294</sup> Begrenzt ist deren Steuerungswirkung jedoch dadurch, dass solche Ausweisungen in aller Regel nicht nur in dem Sinne einen reinen Angebotscharakter besitzen, dass sie keine Realisierungspflicht von Vorhabenträgern begründen, sondern vielmehr auch keine Ausschlusswirkung dergestalt entfalten,

---

<sup>294</sup> Hierzu oben unter 5.4.2.1.

dass im jeweiligen Planungsraum anderweitige Trassenverläufe für die jeweils ausgewiesene Infrastruktur ausgeschlossen würden.<sup>295</sup>

Wollte man dies generell ändern, so wäre dies nicht nur mit erheblichen Eingriffen in die Bau- und unternehmerische Freiheit von Vorhabenträgern verbunden. Es müsste zudem auch sichergestellt werden, dass die zum Erreichen von Gemeinwohlbelangen notwendigen Infrastrukturen abschließend in Gesamtplänen vorgesehen werden – andere Trassenverläufe und zusätzliche Trassen wären ja ausgeschlossen. Die hierfür notwendigen fachlichen Bedarfsfestlegungen sind der überfachlichen räumlichen Gesamtplanung jedoch fremd und kommen ihr aus kompetenzrechtlichen Gründen auch nicht zu.<sup>296</sup> Entsprechenden gesamtplanerischen Ausweisungen müssten deshalb wohl jedenfalls Fachplanungen vorgeschaltet werden, die Bedarfe ermitteln, feststellen und zu deren allein räumlicher Koordinierung dann Vorgaben für die Gesamtplanung machen. Der Entscheidung für eine weitergehende Ausschlusswirkung planerischer Ausweisungen für hierzu im Widerspruch stehende Vorhaben müssten deshalb politische Entscheidungen über eine Ausweitung von fachplanerischen Bedarfsplanungen auf spezifische leitungsgebundene Infrastrukturen vorangehen. Die etwa im Bereich der Bedarfsplanung für Übertragungsnetze im Strombereich geführten Diskussionen über den planwirtschaftlichen Charakter dieser Instrumente<sup>297</sup> würden so auch für andere leitungsgebundene Infrastrukturen aktuell. Es würde sich zudem fragen, ob der mit staatlichen Bedarfsplanungen verbundene Aufwand gerechtfertigt ist, um allein den Aspekt der Leitungsbündelung gegenüber dem heutigen Rechtszustand zu stärken.

#### **Stärkung des Zugriffs auf Zulassungsebene**

Für die Zulassungsebene hat die Betrachtung des geltenden Rechtsrahmens ergeben, dass gewisse staatliche Einwirkungsmöglichkeiten auf die im Ausgangspunkt bei den Vorhabenträgern liegenden Entscheidungen über die Ausführung eines Leitungsvorhabens im Rahmen von Alternativenprüfungen bestehen.<sup>298</sup> Am weitesten gehen die Einwirkungsmöglichkeiten im Rahmen der Alternativenprüfung des Raumordnungsverfahrens, da diese nach ihrer Novellierung darauf angelegt ist, die – zumindest im Hinblick auf Raumwiderstände – geeignetste Variante einer Maßnahme zu finden und nicht allein die schonendste unter den vom Antragsteller vorgelegten.<sup>299</sup> Auch die im Rahmen der fachplanerischen Zulassung stattfindende Alternativenprüfung erlaubt die Einführung jedenfalls sich aufdrängender Alternativen in das Zulassungsverfahren unabhängig vom jeweiligen Vorhabenträger. Unter Umständen mag eine solche Alternative dann auch zu einer Bündelung führen. Es stellt sich insoweit die Frage, ob eine Stärkung des Bündelungsbelangs durch eine Ausweitung der Alternativenprüfungen zu erreichen ist, bzw. ob eine Einführung entsprechender Prüfungen auch in gebundenen Zulassungsverfahren erwogen werden kann.

Hinsichtlich des ersten Punktes könnte eine Stärkung regelungstechnisch mittels einer ausdrücklichen Prüfungspflicht von Bündelungsalternativen erfolgen. Auch insoweit ist allerdings daran zu erinnern, dass die Notwendigkeit einer solchen Pflicht aus den empirischen Betrachtungen im Rahmen von INTEGRIS nicht gefolgert werden kann. Ein Blick in die Rechtsprechung zeigt vielmehr, dass der Aspekt der Bündelung in fachplanerischen Zulassungsverfahren – gerade auch in solchen, die einem Raumordnungsverfahrensvorbehalt unterliegen – bereits heute

<sup>295</sup> Hierzu oben unter 5.4.2.2.

<sup>296</sup> Zur kompetenziellen Abgrenzung zwischen Raumordnung und Fachplanung siehe *Kümper*, in: Kment, ROG, 2019, Einleitung Rn. 28.

<sup>297</sup> Siehe hierzu *Posser*, in: Kment, 2. Aufl. 2019, EnWG, § 12a Rn. 3, 17a; differenzierend *Bourwieg*, in: Britz/Hellermann/Hermes, EnWG, 3. Aufl. 2015, § 12a Rn. 7.

<sup>298</sup> Hierzu oben unter 5.4.3.2.

<sup>299</sup> Hierzu bereits oben 5.4.3.2.

eine erhebliche Rolle spielt. Dies gilt jedenfalls für Verfahren, in denen es um oberirdische Infrastrukturen geht.<sup>300</sup> Um den Mehrwert einer weitergehenden rechtlichen Verpflichtung darzutun, bedürfte es insoweit zunächst näherer empirischer Untersuchungen, mit deren Hilfe dargelegt werden könnte, ob in bestimmten Konstellationen bspw. die Prüfung der Möglichkeit der Bündelung auch unterirdischer Leitungsinfrastrukturen nicht hinreichend erfolgt. Selbst wenn aber ein solcher Mangel dargetan werden kann, müsste im Folgenden eine Auseinandersetzung mit der Kritik stattfinden, denen bereits heute Alternativenprüfungen begegnen, welche auch Alternativen zum Gegenstand des Verfahrens machen, die nicht vom Vorhabenträger selbst ins Verfahren eingeführt wurden. Fraglich ist insoweit insbesondere, ob Vorhabenträger stets zu einer Ausführungsplanung hinsichtlich der von ihnen gar nicht verfolgten Alternativen gebracht werden können, die überhaupt erst einen Vergleich der Alternativen untereinander ermöglichen.<sup>301</sup> Insoweit könnte eine nähere Untersuchung der Erfahrungen in der Vollzugspraxis des § 15 Abs. 1 S. 3 ROG lohnen.

Die Einführung einer Alternativenprüfung im Bereich gebundener Zulassungen, bspw. der bauordnungsrechtlichen Genehmigung, würde grundlegende Fragen des Zulassungsrechts betreffen. Eine Alternativenprüfung wäre hier nämlich überhaupt nur dann sinnvoll, wenn die Behörde verfahrensrechtlich auch dazu in der Lage wäre, gestaltend auf die Wahl einer Alternative Einfluss zu nehmen. Dies ist aber nach den bisherigen einfachgesetzlichen Ausgestaltungen im Bauordnungsrecht oder auch im Immissionsschutzrecht nicht der Fall. In beiden Verfahrensarten ist die Genehmigungsbehörde an den Genehmigungsantrag gebunden.<sup>302</sup> Liegen die Voraussetzungen vor, ist eine Genehmigung zu erteilen. Ein planerisches oder einfaches Ermessen kommt den Behörden gerade nicht zu, so dass hier ein gestaltender Einfluss der Behörden regelmäßig gerade nicht eröffnet ist. Rechtstechnisch ist eine Integration von Alternativenprüfungen aber auch in gebundene Zulassungsverfahren durchaus möglich, wie schon das Beispiel der Verträglichkeitsprüfung nach § 34 BNatSchG und andere Sonderkonstellationen zeigen.<sup>303</sup> Auch ist der Gesetzgeber nicht daran gehindert (neue) Mischformen zwischen gebundenen Entscheidungen und Ermessensentscheidungen zu etablieren.<sup>304</sup> Bei der Erwägung gesetzgeberischer Schritte wäre aber zu berücksichtigen, dass bereits in der heutigen Praxis der Behörden in der Verfahrensberatung von Antragstellern auch auf alternative Vorhabengestaltungen hingewirkt wird, um bereits vor Antragstellung mögliche Zulassungshindernisse auszuräumen.<sup>305</sup> Zudem sind auch andere Wege zur Stärkung des Einflusses auf die Vorhabengestaltung denkbar. So hat der Bundesgesetzgeber bereits versucht, den Einfluss der Öffentlichkeit auf die Gestaltung bestimmter größerer Vorhaben im Vorfeld der Antragstellung über die Einführung einer frühen Öffentlichkeitsbeteiligung nach § 25 Abs. 3 VwVfG zu stärken.<sup>306</sup> Dieser Weg könnte durch eine

<sup>300</sup> Siehe BayVGh, Urt. v. 23.5.2019 – 22 B 17.1299, juris Rn. 32 (Bündelung einer Rohrleitungsanlage mit Überlandleitungen); BVerwG, Urt. v. 4.4.2019 – 4 A 6/18, juris Rn. 43 (Bündelung von Höchstspannungsleitungen); VGh Mannheim, Urt. v. 15.12.2016 – 4 A 4/15, juris Rn. 54 (Eisenbahnstrecke und Autobahn); OVG Münster, Urt. v. 4.9.2017 – 11 D 14/14.AK, juris Rn. 174 (Bündelung von Erdgasfernleitungen); BVerwG, Urt. v. 15.12.2016 – 4 A 4/15, juris Rn. 41 (Bündelung von Hoch- und Höchstspannungsfreileitungen).

<sup>301</sup> Siehe noch einmal einerseits *Goppel*, in: Spannowsky/Runkel/Goppel, ROG, 2. Aufl. 2018, § 15 Rn. 46 ff. und andererseits *Dietz*, in: Kment, ROG, 2019, § 15 Rn. 46.

<sup>302</sup> *Wasielowski*, in: Führ, BImSchG, 2. Aufl. 2019, § 6 Rn. 2.

<sup>303</sup> Vgl. zur Unabhängigkeit der Verträglichkeitsprüfung von nationalen Verfahrensvorschriften *Möckel*, in: Schlacke, BNatSchG, 2. Aufl. 2017, § 34 Rn. 18.

<sup>304</sup> Siehe zur atomrechtlichen Anlagengenehmigung, die trotz ihrer grundsätzlichen Qualifikation als präventives Verbot mit Erlaubnisvorbehalt auf Rechtsfolgenseite ein Versagungsermessen umfasst, *Kloepfer*, Umweltrecht, 4. Aufl. 2016, § 5 Rn. 217 f. Zur Kritik an der kategorialen Unterscheidung von präventivem und repressivem Verbot sowie den hieraus abgeleiteten Schlussfolgerungen für die Frage nach dem Vorliegen von Ermessen der Behörde, a. a. O., § 5 Rn. 221 ff.

<sup>305</sup> *Wasielowski*, in: Führ, BImSchG, 2. Aufl. 2019, § 6 Rn. 2.

<sup>306</sup> Zur gesetzgeberischen Zielsetzung *Gard*, Die frühe Öffentlichkeitsbeteiligung, 2018, S. 152; zu einer Evaluation der weitergehenden Bemühungen in Baden-Württemberg *Masser/Ritter/Ziekow*, Erweiterte Bürgerbeteiligung bei Großprojekten in Baden-Württemberg, Speyerer Forschungsberichte 275, abrufbar unter [www.foev-speyer.de](http://www.foev-speyer.de).

Aufwertung der Beteiligung als obligatorisch und eine stärkere inhaltliche Konturierung der frühen Öffentlichkeitsbeteiligung auch noch weiter gegangen werden.<sup>307</sup> Bevor eine umfassendere Bewertung dieser verschiedenen Ansatzpunkte für eine stärkere Verankerung von Alternativenbetrachtungen in gebundenen Zulassungsverfahren vorgenommen werden kann, sollte allerdings auch insoweit zunächst näher untersucht werden, ob und inwieweit heute entsprechende Überlegungen zu Leitungsbündelungen tatsächlich zu kurz kommen, mithin Defizite in der Praxis bestehen. Hier besteht weitergehender Forschungsbedarf.

#### 7.4.1.1.2 § 77i Abs. 7 TKG als Modell für eine Verpflichtung zur Mitverlegung passiver Netzinfrastrukturen?

Formen additiver Bündelung von leitungsgebundenen Infrastrukturen können gerade dann besonders kostensparend<sup>308</sup> und umweltverträglich<sup>309</sup> realisiert werden, wenn für sie bereits baulich vorgesorgt wurde, insbesondere durch die frühere Mitverlegung passiver Netzinfrastrukturen, namentlich von Leerrohren, aber auch etwa überdimensionierten Freileitungsgestängen. Die Untersuchung des geltenden Rechtsrahmens hat insoweit gezeigt, dass mit Ausnahme des § 77i Abs. 7 TKG im Bereich des Breitbandausbaus derzeit keine Regelungen existieren, die eine Pflicht zur Mitverlegung solch passiver Netzinfrastrukturen anlässlich von Tief- und Hochbauarbeiten vorsehen.

Ob der Gesetzgeber eine entsprechende Verpflichtung auch über den Bereich des Breitbandausbaus hinaus vorsehen sollte oder auch nur könnte, lässt sich zwar auf Grundlage der Untersuchungen in INTEGRIS nicht beantworten. Diese machen jedoch den insoweit bestehenden Forschungsbedarf deutlich. Sie haben nämlich gezeigt, dass die Sinnhaftigkeit einer solchen Verpflichtung in Bezug auf passive Netzinfrastrukturen einer bestimmten Leitungsinfrastruktur zunächst insbesondere davon abhängen, inwieweit zwischen der vorhandenen und der künftig ggf. hinzukommenden Infrastruktur Synergiepotenziale bestehen. Einer Vorgängerregelung des § 77i Abs. 7 TKG<sup>310</sup> ging deshalb auch eine entsprechende ausführliche Untersuchung der Synergiepotenziale voraus.<sup>311</sup> Wenn eine solche Pflicht statuiert wird, hängen die damit einhergehenden rechtlich relevanten Belastungen des Verpflichteten zudem maßgeblich davon ab, inwieweit dieser zu einer Refinanzierung der entstehenden Kosten in der Lage ist. Von Bedeutung wäre hier insbesondere, ob ein gesetzlicher Refinanzierungsmechanismus überhaupt vorhanden ist und ob die Kosten der Mitverlegung in dessen Rahmen berücksichtigungsfähig und damit refinanzierbar sind. Zudem können etwa dergestalt Anreize für die Mitverlegung gesetzt werden, dass Einnahmen, die aus der Verpachtung der mitverlegten passiven Netzinfrastrukturen resultieren, im Rahmen der regulierten Refinanzierung nicht mitberücksichtigt werden und so bei Vorliegen der übrigen Voraussetzungen für Geschäftsmodelle als Gewinn beim Verpflichteten verbleiben können.<sup>312</sup> Hierneben wären zunächst weitere Umsetzungsfragen zu klären, wie etwa die Frage, wer genau unter welchen Umständen zu einer Mitverlegung verpflichtet wird, bevor eine rechtliche Bewertung einer solchen Verpflichtung vorgenommen werden könnte. Das Modell des § 77i Abs. 7 TKG zeigt insoweit allein, dass die Statuierung einer entsprechenden Pflicht

<sup>307</sup> Zur Kritik an der derzeitigen Regelung, aber auch zu Reformansätzen *Engel/Pfau*, in: Mann/Sennekamp/Uechtritz, Verwaltungsverfahrensgesetz, 2. Aufl. 2019, § 25 Rn. 49; zur Forderung nach einer verpflichtenden frühen Öffentlichkeitsbeteiligung *Hendler*, in: Ewer/Ramsauer/Reese/Rubel, Methodik – Ordnung – Umwelt, 2014, S. 269 (276 f.).

<sup>308</sup> Vgl. BReg-Drs. 11/19 v. 4.1.2019, S. 5, 43.

<sup>309</sup> Vgl. BReg-Drs. 11/19 v. 4.1.2019, S. 37.

<sup>310</sup> § 77b TKG in der Fassung vom 3.5.2012.

<sup>311</sup> Siehe *Giger/Beyersdorff/Schuster*, Möglichkeiten des effizienten Einsatzes vorhandener geeigneter öffentlicher und privater Infrastrukturen für den Ausbau von Hochleistungsnetzen, 2011; hierzu *Schumacher*, RdE 2013, 213 (213).

<sup>312</sup> Zu den vorstehenden Ausgestaltungsfragen *Schumacher*, RdE 2013, 213 (215).

durchaus möglich ist. In den zuletzt vom Gesetzgeber geschaffenen Regelungen zur Beschleunigung des Stromnetzausbaus wurde jedoch gleichwohl allein eine Möglichkeit zur Mitverlegung von Leerrohren geschaffen, nicht aber auch eine § 77i Abs. 7 TKG entsprechende Pflicht.

Will ein Vorhabenträger durch eine anfängliche Überdimensionierung einer Infrastruktur oder allein bestimmter passiver Trägerstrukturen Vorsorge für künftige Bedarfsänderungen tragen, so hat die Analyse des geltenden planungs- und zulassungsrechtlichen Rechtsrahmens gezeigt, dass dem immer dann Grenzen gezogen sind, wenn hierfür das Eigentum privater Dritter in Anspruch genommen werden soll. Dies gilt selbst dort, wo die Möglichkeit einer Enteignung gesetzlich vorgesehen ist, sind hier doch die aus Art. 14 GG folgenden Grenzen einer ausreichenden Bedarfsprognose sowie einer hinreichend zeitnahen Vorhabenrealisierung einzuhalten. Diese Maßgaben begrenzen die Möglichkeit Entwicklungen im hier und jetzt durch bauliche Vorsorge zu antizipieren doppelt: Selbst, wenn es möglich sein sollte, Bedarfe in einer fernerer Zukunft vorherzusagen, ist einem Eigentümer ein weit vorgreifender Zugriff auf seine Rechte nur in begrenztem Maß zumutbar. Da es sich bei den dargestellten Begrenzungen um verfassungsrechtliche Maßgaben handelt, können diese jedenfalls vom einfachen Gesetzgeber auch nicht überwunden werden. Insoweit stellt sich allein die Frage, ob etwa die weit in die Zukunft ausgreifenden Möglichkeiten des Übertragungsnetzausbaus auch auf andere Infrastrukturen übertragbar sind. Hierbei dürfte es insbesondere auf das Vorhandensein eines entsprechend hohen öffentlichen Interesses ankommen, das in der Lage ist, die damit einhergehenden Beschränkungen privater Rechte zu rechtfertigen. Bauliche Vorsorge für Entwicklungen auch in fernerer Zukunft wird damit nicht ausgeschlossen. Sie ist aber ggf. nicht gegen den Willen der privaten Eigentümer durchführbar.

#### **7.4.1.2 Erleichterung der Umsetzung von Bündelungsvorhaben**

##### **7.4.1.2.1 Verfahrenserleichterungen**

Wie oben aufgezeigt, kann bei gebündelten Leitungsinfrastrukturen ein einheitliches Zulassungsverfahren nach § 78 VwVfG in Betracht kommen (Zusammentreffen mehrerer Vorhaben). Wesentliche Hürde hierfür ist jedoch, dass alle Leitungsvorhaben einer Planfeststellungs- oder zumindest Plangenehmigungspflicht unterliegen müssen. Die Zulassung von Vorhaben, die diese Anforderung nicht erfüllen (z. B. bloße Baugenehmigungspflicht), kann daher nicht über § 78 Abs. 1 VwVfG in ein einheitliches Zulassungsverfahren integriert werden. Hier müssen dann ggf. zusätzlich gesonderte Verfahren durchgeführt werden. Demnach könnte zur Verfahrenserleichterung gebündelter Infrastrukturen die Regelung des § 78 VwVfG auf solche Fälle erweitert werden, in denen für die verschiedenen Vorhaben sowohl Planfeststellungs-/Plangenehmigungspflichten als auch andere Zulassungspflichten bestehen und die Vorhaben dann integriert in einem Verfahren zugelassen werden können. Voraussetzung sollte jedoch auch dann sein, dass zumindest eines der Leitungsvorhaben einer Planfeststellung/Plangenehmigung bedarf, da damit ein umfassendes Verfahren gegeben ist, in dessen Rahmen die anderen Zulassungen mit abgearbeitet werden können<sup>313</sup>. Zwar wäre alternativ grundsätzlich auch denkbar, einen speziellen Vorhabensbegriff für gebündelte Infrastrukturen zu schaffen und hierfür eine Planfeststellungs-/Plangenehmigungspflicht zu statuieren. Dies wäre jedoch eine vergleichsweise weitgehende Maßnahme, die zudem weitere Folgefragen aufwerfen würde (z. B. Verhältnis zu den bisherigen

<sup>313</sup> Auch anderen Zulassungsformen kann aber eine durchaus weitreichende Konzentrationswirkung zukommen, z. B. der immissionsschutzrechtlichen Genehmigung nach § 13 BImSchG.



Vorhabenbegriffen, fachrechtlicher Bezug für die Umsetzung<sup>314</sup> etc.). Unter Beachtung europarechtlicher Vorgaben, insbesondere dem UVP-Recht, steht dem Gesetzgeber im Allgemeinen jedenfalls ein weitreichender Gestaltungsspielraum in diesem Zusammenhang zu<sup>315</sup>.

#### 7.4.1.2.2 Übertragung von Informations- und Zugriffsrechten des DigiNetzG auf andere leitungsgebundene Infrastrukturen

Gesetzliche Instrumente wie die Regelungen des §§ 77a TKG weisen eine hohe Kontextabhängigkeit auf. Ihre Ausgestaltung im Detail ist in hohem Maße von den spezifischen Voraussetzungen des Breitbandausbaus abhängig, auf dessen Förderung sie ausgerichtet sind. Insoweit kann sich die Frage nach der Übertragbarkeit der Regelungen des DigiNetzG von vorneherein nur auf deren instrumentelle Kernelemente beziehen und muss die im Falle einer Übertragung zu beantwortenden Detailfragen ausblenden. Selbst bei einer Fokussierung auf die Übertragbarkeit allein der instrumentellen Kernelemente der §§ 77a TKG ff. – der Schaffung eines Infrastrukturatlases sowie von Informations- und Zugriffsrechten – darf nicht übersehen werden, dass selbst diese in erheblichem Maße kontextgebunden sind und dieser Kontext, soweit er rechtlich von Bedeutung ist, näher zu betrachten ist.

Hierzu gehört es etwa, dass die Mitverlegung von Glasfaserkabeln zu anderweitigen Versorgungsleitungen technisch relativ unproblematisch ist, dies weder einen erheblichen baulichen Aufwand bereitet, in besonders hohem Maße passive Netzinfrastrukturen in Anspruch genommen werden müssen oder in erheblichem Maße Wechselwirkungen zwischen Glasfaserkabeln zu anderen Versorgungsinfrastrukturen zu erwarten sind. Vor diesem Hintergrund stellt die Mitverlegung von Glasfaserkabeln unter technischen Gesichtspunkten einen Eingriff von eher geringer Intensität in die Rechte der anspruchspflichtigen Betreiber und Eigentümer von Versorgungsinfrastrukturen dar. Eine hohe Eingriffsintensität kann hier vielmehr in solchen Fällen entstehen, in denen Mitverlegungsansprüche von unmittelbaren Konkurrenten der anspruchspflichtigen ausgeübt werden und der Konkurrent durch die Rechteaübung nicht nur durch vergünstigte Ausbaukosten profitiert, sondern auch die Investitionen des anspruchspflichtigen jedenfalls teilweise entwertet und die Refinanzierung der Infrastruktur riskiert werden.<sup>316</sup> Diese Umstände, die aus rechtlicher Sicht für die Bestimmung der Intensität von Grundrechtseingriffen mitbestimmend sind, welche in Informations- und Zugriffsrechten liegen, können bei entsprechenden Rechten zugunsten anderer Infrastrukturen vollständig anders gelagert sein. Dort können etwa wettbewerbsrechtliche Erwägungen keinerlei Rolle spielen, dafür aber in erheblichem Maße Wechselwirkungen zwischen Infrastrukturen und Gefahren für den Betrieb einer der Infrastrukturen zu befürchten sein. In diesem Fall würde sich die rechtliche Beurteilung von Informations- und Zugriffsrechten vollständig anders darstellen.

Während die technischen und wirtschaftlichen Spezifika einzelner Infrastrukturen für die Beurteilung der Intensität von Eingriffen durch Informations- und Zugriffsrechte in die Grundrechtsspositionen der verpflichteten Betreiber und Eigentümer von Bedeutung sind, ist der mit diesen Rechten verfolgte gesetzgeberische Zweck sowie die Eignung dieser Rechte, zur Erfüllung des Zwecks beizutragen, maßgeblich für die Rechtfertigung der Grundrechtseingriffe. Auch insoweit sind die Besonderheiten der §§ 76 ff. TKG zu betonen. Zweck dieser Rechte ist es, zunächst die

<sup>314</sup> Für eine Umsetzung käme z. B. das UVPG in Betracht; zur Kritik aber an dessen (fehlender) Eigenschaft als Fachplanungsgesetz *Enders/Krings*, DVBl 2001, 1242, 1251; *Gassner*, UVPG, 2006, § 21 Rn. 3 f.; *Beckmann*, in: Hoppe/Beckmann/Kment, UVPG, 5. Aufl. 2018, § 65 Rn. 2, 7 m.w.N.; aus der Rechtsprechung dagegen VGH Mannheim, Beschl. v. 14.11.2011 – 8 S 1281/11, juris Rn. 19; OVG Münster, Beschl. v. 24.01.2008 – 20 B 1789/07, juris Rn. 16.

<sup>315</sup> Vgl. eingehend *Schröder*, Genehmigungsverwaltungsrecht, 2016, S. 426 ff. und 499 ff.

<sup>316</sup> Vgl. BT-Drs. 19/6336 S. 1

Kosten des Netzausbaus für digitale Hochgeschwindigkeitsnetze zu senken.<sup>317</sup> Die Kostensenkung in erheblichem Ausmaß<sup>318</sup> ist dabei Selbstzweck, soll aber gerade auch sicherstellen, dass eine flächendeckende Bereitstellung ausreichender Telekommunikationsdienste stattfindet und damit die Chancen der Digitalisierung für wirtschaftliches Wachstum und gesellschaftliche Partizipation allgemein gewährleistet werden.<sup>319</sup> Die Bündelung von Leitungen ist hierfür Mittel zum Zweck, auch wenn die auf diese Weise gegenüber einer Einzelverlegung verringerten Umweltfolgen durchaus vom europäischen Normgeber mit in seine Entscheidung über die Richtlinienvorgaben einbezogen wurden.<sup>320</sup> An der Erreichung des mit den §§ 76 ff. TKG verfolgten Zielbündels mit dem dominanten Ziel der Kostensenkung besteht ein erhebliches öffentliches Interesse, welches die mit den verliehenen Rechten verbundenen Eingriffe grundsätzlich zu tragen in der Lage ist. Würde eine Übertragung solcher Rechte auf andere Infrastrukturbereiche allein mit dem Zweck beabsichtigt, dort die von einer Bündelung erwarteten ökologischen, aber auch wirtschaftlichen Vorteile zu realisieren, so müssten diese Vorteile jedenfalls schätzweise ermittelt werden, um sie im Rahmen einer rechtlichen Prüfung den Einbußen auf der Eingriffsseite der Verpflichteten gegenüberstellen und konkret gewichten zu können.

Diese Überlegungen machen deutlich, dass eine Übertragung jedenfalls des in § 77d TKG vorgesehenen Zugriffsrechts eine genaue Untersuchung der bereichsspezifischen Umstände mit Bedeutung für die Eingriffsseite bei den Anspruchsverpflichteten genauso erforderte, wie auch die Untersuchung der in anderen Bereichen mit solchen Rechtspositionen verfolgten Ziele und deren Eignung zur Rechtfertigung der Grundrechtseingriffe, aber auch objektiv-rechtlicher Fragen. Unterstützenswert sind deshalb auch die Forderungen der Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL) aus dem Jahr 2013, die Rechtsfragen im Zusammenhang mit Zugriffsrechten bei der Bündelung von Hoch- und Höchstspannungsleitungen verschiedener Vorhabenträger auf einem Gestänge zu schaffen.<sup>321</sup> Zudem ist auch die Forderung unterstützenswert, die Nutzung von Bündelungstrassen für den Breitbandausbau oder allgemein Informations- und Telekommunikationstechniken zu ermöglichen.<sup>322</sup> Zudem sollte ein genaueres Prüfprogramm formuliert werden, wie eine Übertragung solcher Instrumente auch auf andere Infrastrukturbereiche untersucht wird. Hierbei könnte zunächst ein Fokus auf die im Vergleich zu Zugriffsrechten unproblematischere Etablierung von Informationsrechten sein, die überhaupt erst Vorhabenträgern die Möglichkeit verschaffen, Formen der anfänglichen oder auch additiven Bündelung ins Auge zu fassen.

#### 7.4.1.2.3 Stärkere Integration der Vorhabenträger?

Die vorstehenden Überlegungen zielen insbesondere darauf ab, die unterschiedlichen Interessen einzelner Vorhabenträger mit Blick auf verschiedenste Bündelungskonstellationen durch die Zuweisung von Rechtspositionen auszugleichen und so Hemmnisse für die Bündelung leitungsgebundener Infrastrukturen zu beseitigen. Das im Rahmen von INTEGRIS betrachtete Beispiel der KNE hat gezeigt, dass eine integrierte Planung und Realisierung eines Bündelungsvorhabens jedenfalls dann funktionieren kann und in Angriff genommen wird, wenn ein einheitlicher Träger

<sup>317</sup> BT-Drs. 18/8332, S. 1, 28 f.

<sup>318</sup> Siehe BT-Drs. 18/8332, S. 32, wonach das Kostensenkungspotenzial auf bis zu 25 Prozent der Gesamtkosten des bundesweiten Netzausbaus geschätzt wird. Dies entspräche in etwa 3-19 Mrd. Euro. Mindestens wird eine Kosteneinsparung zwischen 800 Millionen und 6,4 Mrd. Euro und somit ein substanzieller volkswirtschaftlicher Einspareffekt erwartet.

<sup>319</sup> BT-Drs. 18/8332, S. 29.

<sup>320</sup> Erwägungsgrund Nr. 13, Richtlinie 2014/61/EU, ABIEU, L 155/3.

<sup>321</sup> Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hrsg.), ARL-Empfehlungen zum Netzausbau für die Energiewende, Positionspapier aus der ARL 93, 2013, Empfehlung Nr. 10.

<sup>322</sup> Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hrsg.), ARL-Empfehlungen zum Netzausbau für die Energiewende, Positionspapier aus der ARL 93, 2013, Empfehlung Nr. 11.

eines solchen Vorhabens vorhanden ist. Insoweit stellt sich die Frage, ob die vorhandenen Defizite des Rechtsrahmens nicht gerade auch dadurch ausgeglichen werden können, indem stärker organisatorisch integrierte Vorhabenträger die notwendige Koordinationsleistung intern erbringen, mithin die Integrationsleistung des rechtlichen Rahmens in ihrer Bedeutung für die Realisierung von Bündelungsvorhaben zurücktritt. Die Frage nach der Sinnhaftigkeit der Integration von Infrastrukturvorhaben ist allerdings keine, die bislang mit Blick auf die Nachhaltigkeitsvorteile von Bündelungsvorhaben beantwortet wurde, da dies kaum der maßgebliche Gesichtspunkt sein dürfte. Ob eine stärkere Integration von Infrastrukturunternehmen wünschenswert ist und wie dies ggf. umgesetzt werden kann, ist vor allen Dingen auch mit Blick auf Gesichtspunkte des funktionierenden Wettbewerbs zu beantworten, was aber im Rahmen dieses Vorhabens nicht geleistet werden kann.

#### 7.4.2 Von der Bündelung zur Kopplung – Rechtsfragen und Forschungsbedarf

Die Kopplung von Infrastrukturen geht über deren bloße – räumliche oder auch elektrotechnische – Bündelung hinaus. Von der Kopplung von Infrastrukturen wird bei der Verbindung von mindestens zwei Infrastrukturen auf eine Weise gesprochen, dass diese in Abhängigkeit zueinanderstehen oder miteinander interagieren.<sup>323</sup> Ein- und wechselseitige Kopplungen können ebenso unterschieden werden wie Kopplungen von Infrastrukturen über Sektorengrenzen hinweg (Energie, Verkehr, Abfall etc.) von solchen, die lediglich mehrere Teilsektoren betreffen (Strom und Wärme im Energiesektor) oder innerhalb eines Teilsektors (Anlagen der Stromerzeugung und der Stromspeicherung) stattfinden.<sup>324</sup>

Die Rechtsfragen der Kopplung von Infrastrukturen können mit denen der Bündelung insoweit deckungsgleich sein, als eine räumliche Nähe von Infrastrukturen vielfach Voraussetzung für ihre Kopplung sein wird. Insofern können sich auch hier die im Rahmen von INTEGRIS im Mittelpunkt stehenden Fragen des Planungs- und Zulassungsrechts stellen. Zwingend ist dies jedoch nicht. Kopplungen von Leitungsinfrastrukturen mit Infrastrukturen des Informations- und Kommunikationssektors sind sowohl mit als auch ohne damit einhergehende räumliche Bündelung denkbar. Zudem kann eine Kopplung gerade auch in Form eines punktförmigen Aufeinandertreffens von Infrastrukturen stattfinden, sodass hiermit ebenfalls keine Bündelung einhergeht. Gleichwohl kann gerade auch die Kopplung verschiedener Infrastrukturen die Frage nach ihrer zulassungsrechtlichen Behandlung aufwerfen, namentlich ihre Einordnung als immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftige Anlage i. S. v. § 4 BImSchG i. V. m. §§ 1, 2 4. BImSchV i. V. m. Anhang 1 zur 4. BImSchV oder ihre Einordnung als Gegenstand anderer Zulassungsverfahren. Hierneben können aber auch etwa Rechtsfragen des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG) von Bedeutung sein, wenn etwa die Abfallstoffe einer Infrastruktur in einer anderen weiterverwendet werden sollen und deshalb eine Befreiung von einer ansonsten bestehenden Überlassungspflicht zur Entsorgung notwendig wird. Die Weiternutzung bestimmter Abfallstoffe wie etwa Altöl hat zudem weiteren spezialgesetzlichen Anforderungen zu genügen.<sup>325</sup> Je nach Gegenstand der Kopplung können mithin verschiedenste fachrechtliche Vorgaben vom Wasserrecht für wasserrechtliche Benutzungen bis zum Energiewirtschaftsrecht für den rechtmäßigen Betrieb gekoppelter Infrastrukturen zu beachten sein und müssten individuell je nach konkret gekoppelten Infrastrukturen untersucht werden.

<sup>323</sup> Libbe, Difu-Berichte 2/2017 – Gekoppelte Infrastrukturen sind nicht nur eine technische Herausforderung, abrufbar unter: [www.difu.de](http://www.difu.de).

<sup>324</sup> Libbe, Difu-Berichte 2/2017 – Gekoppelte Infrastrukturen sind nicht nur eine technische Herausforderung, abrufbar unter: [www.difu.de](http://www.difu.de).

<sup>325</sup> Siehe hierzu die Altölverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 16. April 2002, BGBl. I S. 1368.

Über die bloße Rechtmäßigkeit eines Betriebs hinaus kann es zudem für dessen wirtschaftliche Gestaltung maßgeblich sein, einschlägige förderrechtliche oder auch steuer-, abgaben- und umlagerechtliche Anforderungen zu beachten. Während diese Materien für die bloße Bündelung von Infrastrukturen nicht von Bedeutung sind, haben sie für die Kopplung bestimmter Infrastrukturen hohe Bedeutung und sind für ihre Wirtschaftlichkeit nicht selten mitentscheidend.<sup>326</sup> Gerade bei der Kopplung mit Informations- und Telekommunikationsinfrastrukturen können sich zudem Fragen des Datenschutzrechts oder auch des Rechts kritischer Infrastrukturen<sup>327</sup> stellen, deren Beantwortung über die Zulässigkeit oder jedenfalls den mit dem Betrieb solcher Kopplungsprozesse verbundenen Aufwand entscheidet.

---

<sup>326</sup> Zu den staatlich induzierten und regulierten Strompreisbestandteilen in den Bereichen der Speicherung von Strom und Rückverstromung, der Sektorenkopplung Wärme, sowie des Verkehrs die Webseite der Stiftung Umweltenergierecht: [www.strompreisbestandteile.de](http://www.strompreisbestandteile.de).

<sup>327</sup> Siehe hierzu nur *Guckelberger*, DVBl 2019, 525 ff.

## 8 Quellenverzeichnis

Abrahams, M. (2013): Sachstandsbericht Hochwasserschutzprojekte, Stand Januar 2013 - Information. Vorlage 23/ 4/2013.

<http://ratsinfo.duesseldorf.de/ratsinfo/duessel-dorf/52905/Vm9ybGFnZW5kb2t1bWVudCAob2VmZmVudGxpY2gp/14/n/187723.doc>\_Aufgerufen am 31.08.2017.

Albrecht, I.; Blanke, B.; Bothe, S.; Drangmeister, D.; Elverich, P.; Meyer, E.-M.; Unbehaun, T. (2017a): Eingriffe im Sinne des § 14 BNatSchG. In: Albrecht et al. (2017): Erläuterungsbericht – Anlage 1, Projekt/Vorhaben: 380-kV-Leitung Emden-Ost – Conneforde, Unterlagen zum Planfeststellungsverfahren, Anlage 15.1 - Landschaftspflegerischer Begleitplan, LH-14-323 380-kV-Leitung Emden-Ost – Conneforde, Kapitel 4.3: 63-80.

Albrecht, I.; Blanke, B.; Bothe, S.; Drangmeister, D.; Elverich, P.; Meyer, E.-M.; Unbehaun, T. (2017b): Auswirkungen auf Schutzgebiete und geschützte Teile von Natur und Landschaft. In: Albrecht et al. (2017): Anlage 15.1 - Landschaftspflegerischer Begleitplan, LH-14-323 380-kV-Leitung Emden-Ost – Conneforde, Unterlagen zum Planfeststellungsverfahren, Kapitel 4.7: 83-86. Allgemeine Technische Bestimmungen für die Benutzung von Straßen durch Leitungen und Telekommunikationslinien (ATB-BeStra) (2008).

Amasuomo, E.; Syed, A. H.; Osanyinlusi, A. Y. (2015): Sustainable Development in the Context of Major Infrastructure Projects in United Kingdom. Journal of Geoscience and Environmental Protection. Scientific Research Publishing. S. 51.

ARGE SuedOstLink (SOL) (Hrsg.) (2019a): Vorläufige Bewertung der Umweltauswirkungen im Untersuchungsraum. In: ARGE SuedOstLink (Hrsg.) o. J.: SuedOstLink - BBPIG Vorhaben Nr. 5 - „Höchstspannungsleitung Wolmirstedt – Isar; Gleichstrom“ Bundesfachplanung gemäß § 8 NABEG, Umweltbericht zur Strategischen Umweltprüfung (SUP) Abschnitt C, Kapitel 7: 358-361.

ARGE SuedOstLink (SOL) (Hrsg.) (2019b): Zu erwartendes Konfliktpotenzial. In: ARGE SuedOstLink (Hrsg.) o. J.: SuedOstLink - BBPIG Vorhaben Nr. 5 - „Höchstspannungsleitung Wolmirstedt – Isar; Gleichstrom“ Bundesfachplanung gemäß § 8 NABEG, Umweltbericht zur Strategischen Umweltprüfung (SUP) Abschnitt C, Kapitel 5.3: 203-209.

ARGE SuedOstLink (SOL) (Hrsg.) (2019c): Geplante Maßnahmen zur Verhinderung, Verringerung und zum Ausgleich von voraussichtlich erheblichen nachteiligen Umweltauswirkungen (§40 (2) Nr. 6 UVPG). In: ARGE SuedOstLink (Hrsg.) o. J.: SuedOstLink - BBPIG Vorhaben Nr. 5 - „Höchstspannungsleitung Wolmirstedt – Isar; Gleichstrom“ Bundesfachplanung gemäß § 8 NABEG, Umweltbericht zur Strategischen Umweltprüfung (SUP) Abschnitt C, Kapitel 6.2: 213-234.

ARGE SuedOstLink (SOL) (Hrsg.) (2019d): Schutzgutbezogene Beschreibung der voraussichtlich erheblichen nachteiligen Umweltauswirkungen. In: ARGE SuedOstLink (Hrsg.) o. J.: SuedOstLink - BBPIG Vorhaben Nr. 5 - „Höchstspannungsleitung Wolmirstedt – Isar; Gleichstrom“ Bundesfachplanung gemäß § 8 NABEG, Umweltbericht zur Strategischen Umweltprüfung (SUP) Abschnitt C, Kapitel 6.3: 234-257.

ARGE SuedOstLink (SOL) (Hrsg.) (2019e): Reduktion des Arbeitsstreifens bei Waldquerungen. In: ARGE SuedOstLink (Hrsg.) o. J.: SuedOstLink - BBPIG Vorhaben Nr. 5 - „Höchstspannungsleitung Wolmirstedt – Isar; Gleichstrom“ Bundesfachplanung gemäß § 8 NABEG, Umweltbericht zur Strategischen Umweltprüfung (SUP) Abschnitt C, Kapitel 2.3.1.2: 66.

ARGE SuedOstLink (SOL) (Hrsg.) (2019f): Einsatz der geschlossenen Verfahren. In: ARGE SuedOstLink (Hrsg.) o. J.: SuedOstLink - BBPIG Vorhaben Nr. 5 - „Höchstspannungsleitung Wolmirstedt – Isar; Gleichstrom“ Bundesfachplanung gemäß § 8 NABEG, Umweltbericht zur Strategischen Umweltprüfung (SUP) Abschnitt C, Kapitel 2.3.3.1: 66-67.

Arnold, M. (2018): § 14 BauNVO. In: Bönker, C.; Bischopink, O.: BauNVO-Kommentar, 2. Auflage, Nomos Verlag, Baden-Baden.

Avermann, B.; Borkehagen, J.; Feldwisch, N.; Friedrich, C.; Grönmeier-Handke, K.; Küer, A.; Vaut, L.; Wulfert, K.; Fischer, S. (2016): Art(gruppen)bezogene Abschätzung. In: Avermann et al. (2016): Erdgasfernleitung ZEELINK I Abschnitt Lichtenbusch – St. Hubert, Umweltverträglichkeitsuntersuchung zum Raumordnungsverfahren (UVU I), Berichtsfassung 11.03.2016, Kapitel 7.4.2: 163-180.

Balkema, A. J.; Preisig, H. A.; Otterpohl, R.; Lambert, F. J. D. (2002): Indicators for the sustainability assessment of wastewater treatment systems. Urban Water 4. Elsevier. S. 158.

Battis, U. (2016): § 1a BauGB. In: Battis, Ulrich; Krautzberger, M.; Löhr, R.-P. (Hrsg.): BauGB-Kommentar, 13. Auflage, C.H. Beck Verlag, München.

Bauer, M.; Hausladen, G.; Hegger, M.; Hegner, H.-D.; Liedl, P.; Lützkendorf, T.; Möhle, P.; Radermacher, F. J.; Saldana, M. de; Sedlbauer, K.; Sobek, W. (2011): Nachhaltiges Bauen. Zukunftsfähige Konzepte für Planer und Entscheider. Beuth, Berlin, Wien, Zürich. S. 37–51.

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV) (2016): Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen, abrufbar unter: <https://www.umweltpakt.bayern.de/luft/fachwissen/217/berechnung-co2-emissionen>, letzter Zugriff am 30.10.2018.

Beckmann, M. (2018): § 65 UVPG. In: Hoppe, W.; Beckmann, M.; Kment, M. [Hrsg.], Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) – Umwelt-Rechtsbehelfsgesetz (UmwRG), 5. Aufl., Carl Heymanns Verlag, Köln.

Benes, V. K. (2017): Nachhaltigkeitsbewertung der Bündelung von Infrastrukturleitungen – Methodenentwicklung anhand eines Fallbeispiels. Masterarbeit, KIT und Fraunhofer ISI, Karlsruhe (unveröffentlicht).

Berger, C. (2014): Düker für weltweit effizientestes Dampfturbinen-Kraftwerk. Baukonstruktion | Im Fokus | Onlineartikel. <https://www.springerprofessional.de/baukonstruktion/ducker-fuer-weltweit-effizientestes-dampfturbinen-kraftwerk/6558550#>. Aufgerufen am 29.08.2017.

Berger, M.; Finkbeiner, M.; Markard, C.; Angrick, M.; Frommer, J.; Irmer, U.; Müschen, K.; Richter, S. (2014): Vereinfachte Umweltbewertung des Umweltbundesamtes (VERUM). UBA Texte Bd. 33. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau. S. 27–55.

Bundesamt für Naturschutz (BfN) (2014): Kartendienst Schutzgebiete in Deutschland. <http://www.geodienste.bfn.de/schutzgebiete/#?centerX=3342620.019?centerY=5679806.226?scale=10000?layers=576>. Aufgerufen am 31.08.2017.

Bielecki, R.; Ottersdorf, D.; Thewes, M. (2011): Abschlussbericht Phase 2 des DBU-Projektes: Analyse zur ökologischen und ökonomischen Bewertung offener und geschlossener Bauverfahren zur Herstellung unterirdischer Infrastrukturmaßnahmen (Verkehrstunnel, Ver- und Entsorgungsleitungen).

Bundesminister für Verkehr, Innovation und Technologie (bmvit) (2018): Einbau von Kabelschutzrohren. In: bmvit (2018) Planungsleitfaden Breitband – Leitfaden zur Planung und Errichtung von Glasfaser-Zugangsnetzen, B.4: 43-53.

Bourwieg, K. (2015): §§ 12a, 12e EnWG. In: Britz, G.; Hellermann, J.; Hermes, G. [Hrsg.], EnWG - Energiewirtschaftsgesetz, 3. Aufl., C.H. Beck Verlag, München.

Breitband.NRW (2017): Alternative Verlegemethoden für den Glasfaserausbau – Hinweise für die Praxis. Im Auftrag des Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Industrie, Mittelstand und Handwerk des Landes Nordrhein-Westfalen, abrufbar unter: <https://gigabit.nrw.de/images/PDFs/Leitfaden/Alternative-Verlegemethoden-fur-den-Glasfaserausbau.pdf>, letzter Zugriff am: 08.02.2019.

Brockhoff, M. (2012): Leitung wird durch Rhein gezogen, RP-online. <http://www.rp-online.de/nrw/staedte/duesseldorf/leitung-wird-durch-rhein-gezogen-aid-1.2974449>. Aufgerufen am 31.08.2017.

Bundesbreitbandbüro (o. a.) DigiNetz-Gesetz – Umsetzungshilfen, abrufbar unter <https://breitbandbuero.de/wissenswertes/diginetz-gesetz-umsetzungshilfen/>, letzter Abruf am 24.02.2020.

BUW und DWA (2016): Bauhaus-Universität Weimar (BUW), Weiterbildendes Studium Wasser und Umwelt; Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) (2015): Neuartige Sanitärsysteme (unveröffentlicht). VDG Bauhaus-Universitätsverlag, im Jonas Verlag. S. 161–216.

BUW (2016): New Alternative Sanitation Systems - NASS - Terminology, Material Flows, Treatment of Partial Flows, Utilisation - 1st edition 2016; Bauhaus-Universität Weimar; Verlag: VDG Bauhaus-Universitätsverlag; ISBN:978-3-95773-213-2: <http://www.dwa.de/dwa/shop/shop.nsf/Produktanzeige?openform&searchhits-how=1&produktid=P-DWAA-AART8Q>.

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) (2019): Vorteile alternativer Verlegetechniken gegenüber konventionellem Tiefbau. In: BMVI (2019) Verlegetechniken für den Breitbandausbau: Breitbandausbau in geringer Verlegetiefe und oberirdische Verlegung nach § 68 Absatz 2 TKG, Kapitel 2.11: 23.

Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542), das zuletzt durch Artikel 290 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist

Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen (BNetzA) (2019) Einschätzung der Konfliktrisiken von Flächenkategorien gegenüber Erdkabeln. In: BNetzA (2019): Bedarfsermittlung 2019-2030: Festlegung des Untersuchungsrahmens für die Strategische Umweltprüfung, Stand April 2019, Anlage 2: 20-39.

Bundesregierung (2016): Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie. Neuauflage 2016. Die Bundesregierung, Berlin.

Bundesregierung (2006): Leitfaden zur Gesetzesfolgenabschätzung in der Europäischen Union. Bundesministerium des Inneren, Berlin. S. 30–36.

Christner, T. (2015): Umfang der Planfeststellung bei mehrteiligen Infrastrukturvorhaben. In: jurisPR-UmwR 10/2015, Anm. 2, [www.juris.de](http://www.juris.de) (28.02.2020).

Deutsch, M. (2019): §§ 75, 78 VwVfG. In: Mann, T.; Sennekamp, C.; Uechtritz, M. [Hrsg.], *Verwaltungsverfahrensgesetz – Großkommentar*, 2. Aufl., Nomos Verlagsgesellschaft, Baden-Baden.

Dietz, A. (2019): Raumordnungsverfahren. In: Kment, M. (Hrsg.): *ROG-Kommentar*, 1. Auflage, Nomos Verlag, Baden-Baden.

DIN 4124 (2012): Baugruben und Gräben – Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten.

DIN 4124a Geböschte Baugruben und Gräben. In: DIN 4124 Baugruben und Gräben – Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten, Kapitel 4.2: 10-13.

DIN 4124b Arbeitsraumbreiten. In: DIN 4124 Baugruben und Gräben – Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten, Kapitel 9: 36-43.

DIN (2006): Umweltmanagement – Ökobilanz. Anforderung und Anleitungen (ISO 14044:2006-10). Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), Berlin. S. 14–17.

DIN (2009): Umweltmanagement – Ökobilanz. Grundsätze und Rahmenbedingungen (ISO 14040:2009-11). Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), Berlin. S. 14–17.

DIN (2012): Nachhaltigkeit von Bauwerken. Bewertung der umweltbezogenen Qualität von Gebäuden – Berechnungsmethode (DIN EN 15978:2012-10). Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), Berlin. S. 43–45.

DIN (2014a): Nachhaltigkeit von Bauwerken. Bewertung der sozialen Qualität von Gebäuden – Berechnungsmethode (DIN EN 16309:2014-12). Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), Berlin. S. 22–44.

DIN (2014b): Nachhaltigkeit von Bauwerken. Umweltproduktdeklaration – Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte (DIN EN 15804:2014-7). Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), Berlin. S. 33–42.

- DIN (2015): Nachhaltigkeit von Bauwerken. Bewertung der ökonomischen Qualität von Gebäuden – Berechnungsmethode. (DIN EN 16627:2015-9) Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), Berlin. S. 50–51.
- DIN (2016): Nachhaltigkeit von Bauwerken. Bewertung der Nachhaltigkeit von Gebäuden und Ingenieurbauwerken – Teil 5: Rahmenbedingungen für die Bewertung der Nachhaltigkeit von Ingenieurbauwerken (DIN EN 15643-5:2016-3). Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.), Berlin. S. 26, S. 31–33.
- Distler, K. (2019): Telefonisch abgehaltenes Expertengespräch zum RTX 1250 am 22.01.2019.
- Distler, K. (2019): Im Telefoninterview am 22.01.2019 zum RTX 1250 Traktor von der Firma Vermeer Deutschland GmbH.
- Dorn-Pfahler, S.; Stritter, J. (2017): Nachhaltiges Bauen des Bundes. Forschung für die Praxis. Band 8. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung. S. 14.
- Dupré, F. (2014): ISK Pressemappe 2014. Unveröffentlicht.
- Dupré, F. (2007): Ökologische und ökonomische Bilanzierung einer optimierten Leitungshülle (begehbare Querschnitt) als monolithischer Ortbetontunnel am Beispiel eines Infrastrukturkanals für Medienkabel und -leitungen in der Stadt Speyer. Abschlussbericht über ein Entwicklungsprojekt gefördert von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt. <https://www.dbu.de/OPAC/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-22785.pdf>. Aufgerufen am 25.08.2017.
- Durner, W. (2019): § 4 ROG. In: Kment, M. (Hrsg.): ROG-Kommentar, 1. Auflage, Nomos Verlag, Baden-Baden.
- Dürr, H. (2019): § 35 BauGB. In: Brügelmann, H. (Hrsg.): BauGB-Kommentar, 111. EL, Kohlhammer Verlag, Stuttgart.
- DVGW W 400-1 (A) (2015): Schutzstreifen (permanent) und Arbeitsstreifen (temporär). In: DVGW W 400-1 (A) Technische Regeln Wasserverteilsanlagen (TRWV); Teil 1: Planung, Kapitel 6.6: 35-36.
- Elspaß, M. (2014): Planung und Genehmigung von Nebenanlagen im Kontext der Bedarfsplanung für Höchstspannungsleitungen. In: NVwZ, 2014, 8, C.H. Beck, München, S. 489-494.
- Enders, R.; Krings, M. (2001): Zur Änderung des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung durch Artikelgesetz zur Umsetzung der UVP-Änderungsrichtlinie. In: Deutsches Verwaltungsblatt, 2001, Carl Heymanns Verlag, Köln, S. 1242-1252.
- Engel, A.; Pfau, M. (2019): § 22, 25. In: Mann, T.; Sennekamp, C.; Uechtritz, M. [Hrsg.], Verwaltungsverfahrensgesetz – Großkommentar, 2. Aufl., Nomos Verlagsgesellschaft, Baden-Baden.
- Erbguth, W.; Schubert, M. (2010): Hafenerweiterung: Planfeststellungsfähigkeit im Gefolge gesetzlicher Zuständigkeits- und Verfahrenskonzentration. In: Deutsches Verwaltungsblatt, Carl Heymanns Verlag, Köln, S. 1521-1528.
- EU – Europäische Union (2015): Bekanntmachung vergebener Aufträge; Deutschland-Berlin: Dienstleistungen von Ingenieurbüros 2015/S 152-281082. Tenders Electronic Daily; Supplement zum Amtsblatt der Europäischen Union. ABl. S. S. 152 vom 08.08.2015. <http://ted.europa.eu/udl?uri=TED:NOTICE:281082-2015:TEXT:DE:HTML>. Aufgerufen am 29.05.2017.
- Fischer, O.; Sauer, J.; Jungwirth, J.; Baumgärtner, U.; Hess, R.; Ditter, M.; Roth, C.; Xalter, S. (2016a): Einheitliche Bewertungskriterien für Element der Straßenverkehrsinfrastruktur im Hinblick auf Nachhaltigkeit. Straße und Tunnel. Straßenbau Heft S. 97. Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg.). Fachverlag NW, Carl Schünemann Verlag GmbH, Bremen. S. 18–20.
- Fischer, O.; Gehrlein, S.; Lingemann, J.; Jungwirth, J. (2016b): Nachhaltigkeitsbewertung für Erhaltungs- und Ertüchtigungskonzepte von Straßenbrücken. Brücken- und Ingenieurbau Heft B134. Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg.). Fachverlag NW, Carl Schünemann Verlag GmbH, Bremen. S. 26–29.



Freißmann, S. (2014): Stadtwerke verlegen Hochspannungsleitung unter dem Seerhein. <http://www.suedkurier.de/region/kreis-konstanz/konstanz/Stadtwerke-verlegen-Hochspannungsleitung-unter-dem-Seerhein;art372448,7439069>. Aufgerufen am 01.09.2017.

Fröhlich & Sporbeck GmbH & Co. KG, Gesellschaft für Freilandökologie und Naturschutzplanung mbH (GFN), iLF - Consulting Engineers, IBUE Ingenieurbüro für Umwelt und Energie GmbH & Co. KG (2019a): Ergebnis des abschnittsübergreifenden Vergleichs. In: Fröhlich & Sporbeck et al. 2019: Höchstspannungsleitung Brunsbüttel – Großgartach BBPIG Vorhaben Nr. 3 Abschnitt A (von Brunsbüttel bis Scheeßel). Unterlagen nach § 8 NABEG, I Erläuterungsbericht, Kapitel 13.1.2: 104-108.

Fröhlich & Sporbeck GmbH & Co. KG, Gesellschaft für Freilandökologie und Naturschutzplanung mbH (GFN), iLF - Consulting Engineers, IBUE Ingenieurbüro für Umwelt und Energie GmbH & Co. KG (2019b): Bewertung der Bereiche mit eingeschränkter Planungsfreiheit. In: Fröhlich & Sporbeck et al. 2019: Höchstspannungsleitung Brunsbüttel – Großgartach BBPIG Vorhaben Nr. 3 Abschnitt A (von Brunsbüttel bis Scheeßel). Unterlagen nach § 8 NABEG, IV.1 Umweltbericht im Rahmen der strategischen Umweltprüfung, Kapitel 5.5.2: 270-279.

Fröhlich & Sporbeck GmbH & Co. KG, Landschaftswerkstatt NOHL, SMEETS + Damaschek & Ing. Büro Valentin (2002): Bewertung von Eingriffen in Natur und Landschaft – Bewertungsrahmen für unterirdische Rohrleitungen für nicht wassergefährdende Stoffe, im Auftrag des Bundesverbandes der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft (BGW) e. V. & der Deutschen Vereinigung des Gas- und Wasserfaches (DVGW) e. V.: 65.

Gaentzsch, G. (2012): Notwendige Folgemaßnahmen in der Fachplanung. In: DVBl, 2012, 3, Wolters Kluwer, Köln, 129-134.

Gassner, H. (2006): UVPG - Kommentar, C.F. Müller, Heidelberg.

Geisler, S.; Schrader, U. (2002): Auswertung wissenschaftlicher Anforderungen an die Nachhaltigkeitsbewertung von Unternehmen. Lehr- und Forschungsbericht. Universität Hannover, Institut für Betriebsforschung, Hannover.

Gellermann, M. (2019): §1a BauGB. In: Schrödter, W. (Hrsg.): BauGB-Kommentar, 9. Auflage, Nomos Verlag, Baden-Baden.

Geppert, M. (2015): Zum Entwurf eines DigiNetzG – Infrastrukturrecht für die Gigabit-Gesellschaft? In: Netzwirtschaften und Recht, 2015, 6, Deutscher Fachverlag GmbH, Frankfurt am Main, S. 258-261.

Gesetz zur Beschleunigung des Energieleitungsausbaus vom 13. Mai 2019, abrufbar unter [http://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger\\_BGBI&jumpTo=bgbl119s0706.pdf](http://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBI&jumpTo=bgbl119s0706.pdf), letzter Zugriff am 04.03.2020.

Gesetz zur Erleichterung des Ausbaus digitaler Hochgeschwindigkeitsnetze (DigiNetzG) vom 4. November 2016, BGBl. 2016 I, 2473.

Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung in der Fassung der Bekanntmachung vom 24. Februar 2010 (BGBl. I S. 94), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 8. September 2017 (BGBl. I S. 3370) geändert worden ist.

GFN; Universität Duisburg-Essen; GEO (2009): Naturschutzfachliche Analyse von küstennahen Stromleitungen. Im Auftrag des Bundesamts für Naturschutz (BfN).

Gierke, H.-G. (2019): §§1a, 9 BauGB. In: Brügelmann, H. (Hrsg.): BauGB-Kommentar, 111. EL, Kohlhammer Verlag, Stuttgart.

Gierke, H.-G.; Blessing, M. (2019): § 1 BauGB. In: Brügelmann, H. (Hrsg.): BauGB-Kommentar, 111. EL, Kohlhammer Verlag, Stuttgart.

- Giger, H.; Beyersdorff, P.; Schuster, F. (2011): Möglichkeiten des effizienten Einsatzes vorhandener geeigneter öffentlicher und privater Infrastrukturen für den Ausbau von Hochleistungsnetzen, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie, [www.bmwi.de/Redaktion](http://www.bmwi.de/Redaktion) (28.02.2020).
- Goppel, K. (2018): §§ 4, 15 ROG. In: Spannowsky, W.; Runkel, P.; Goppel, K.: ROG-Kommentar, 2. Auflage, C.H. Beck Verlag, München.
- Grahl, B.; Klöpfer, W. (2007): Ökobilanz (LCA). Ein Leitfaden für Ausbildung und Beruf. Wiley-VCH, Weinheim. S. 1.
- Graubner, C.-A.; Mielcke, T.; Kistner, V.; Fischer, O.; Schmidt-Thrö, G. (2016): Entwicklung einheitlicher Bewertungskriterien für Infrastrukturbauwerke im Hinblick auf Nachhaltigkeit. Brücken- und Ingenieurbau. Heft B 125. Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg.). Fachverlag NW, Carl Schünemann Verlag GmbH, Bremen. S. 13–106.
- Greinacher, D. (2018): § 43 EnWG. In: Elspas, M. E./Graßmann, N./Rasbach, W. [Hrsg.]: EnWG - Energiewirtschaftsgesetz, 2018, Erich Schmidt Verlag, Berlin.
- Guckelberger, A. (2016): § 15 BNatSchG. In: Frenz, W.; Müggenborg, H.-J.: BNatSchG, 2. Auflage, Erich Schmidt Verlag, Berlin.
- Guckelberger, A. (2019): Rechtsfragen kritischer Infrastrukturen. In: DVBl, 2019, 9, Carl Heymanns Verlag, Köln, 525.
- Hachtel, G.; Holzbaur, U. (2010): Management für Ingenieure. Technisches Management für Ingenieure in Produktion und Logistik. Vieweg & Teubner. S. 190–202.
- Hansjürgens, B. (2015): Ökonomische und soziale Bewertungsansätze. In: Kaltschmitt, M.; Schebek, L. (2015). Umweltbewertung für Ingenieure. Methoden und Verfahren. Springer, Berlin, Heidelberg. S. 127.
- Hauff, V. (1987): Unsere gemeinsame Zukunft. Der Brundtland-Bericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung, Volker Hauff, Greven. S. 46–47.
- Hellermann, J. (2015): § 3 EnWG. In: Britz, G.; Hellermann, J.; Hermes, G. [Hrsg.], EnWG - Energiewirtschaftsgesetz, 3. Aufl., C.H. Beck Verlag, München.
- Hendler, R. (2014): Frühzeitige Öffentlichkeitsbeteiligung an der Standortplanung und Zulassung von Großprojekten. In: Ewer, W.; Ramsauer, U.; Reese, M.; Rubel, R. [Hrsg.], Methodik – Ordnung – Umwelt – Festschrift für Hans-Joachim Koch aus Anlass seines siebzigsten Geburtstags, S. 269-282.
- Hermes, G.; Kupfer, D. (2015): § 43 EnWG. In: Britz, G.; Hellermann, J.; Hermes, G. [Hrsg.], EnWG - Energiewirtschaftsgesetz, 3. Aufl., C.H. Beck Verlag, München.
- Holznagel, B. (2018): Möglichkeiten und Grenzen der verpflichtenden Mitverlegung nach § 77i Abs. 3 TKG – Überlegungen zur anstehenden Novelle des DigiNetzG, Multimedia und Recht 2018, 12, C.H. Beck Verlag, München, S. 798-803.
- Huck, W. (2016): § 78 VwVfG. In: Huck, W.; Müller, M. [Hrsg.], Verwaltungsverfahrensgesetz, 2. Aufl., C.H. Beck Verlag, München.
- IFB – Institut für Bauforschung (2013): Nachhaltige Erschließung – Ökologische und wirtschaftliche Chancen bei der Erschließung durch begehbare Leitungsgänge. Bauforum Rheinland-Pfalz (Hrsg.). [http://bauforum.rlp.de/fileadmin/fm/bauforum/Publikationen/ifb\\_320668583.pdf](http://bauforum.rlp.de/fileadmin/fm/bauforum/Publikationen/ifb_320668583.pdf). Aufgerufen am 25.08.2017.
- IGR (2016): Regionales Verbundsystem Westeifel. Planung zur Feststellung der Transportleitungen. Genehmigungsplanung. B.3 Allgemeine artenschutzrechtliche Prüfung/ASP B.3.1 Erläuterungsbericht. Ingenieurgesellschaft Rockenhausen (IGR) AG.

IGR AG & Dr. Pecher AG (2016): Regionales Verbundsystem Westeifel; Planung zur Herstellung der Transportleitungen – Genehmigungsplanung A.1 Erläuterungsbericht der technischen Planung. Im Auftrag der KNE Kommunale Netze Eifel AöR. Unveröffentlicht. IGR AG, Rockenhausen.

IGR AG & ILS Essen GmbH (2016): Zusammenfassung. In: Igr AG et al. 2016: Regionales Verbundsystem Westeifel Planung zur Herstellung der Transportleitungen, Genehmigungsplanung im Auftrag der KNE Kommunale Netze Eifel AöR, unveröffentlicht, IGR AG, Rockenhausen, B.1.1 Landschaftspflegerischer Begleitplan - Erläuterungsbericht, Kapitel 7: 110-111.

IGR AG & Dr. Pecher AG (2016a): Vorgesehene Versorgungsleitungen: In: IGR & Dr. Pecher AG (2016) Regionales Verbundsystem Westeifel: Planung zur Herstellung der Transportleitungen – Genehmigungsplanung, im Auftrag der KNE Kommunale Netze Eifel AöR. Unveröffentlicht. IGR AG, Rockenhausen, A1. Erläuterungsbericht der technischen Planung, Kapitel 2.4: 9-12.

IGR AG & Dr. Pecher AG (2016b): Grabenprofile. In: IGR & Dr. Pecher AG (2016) Regionales Verbundsystem Westeifel: Planung zur Herstellung der Transportleitungen – Genehmigungsplanung, im Auftrag der KNE Kommunale Netze Eifel AöR. Unveröffentlicht. IGR AG, Rockenhausen, A1. Erläuterungsbericht der technischen Planung, Anhang 1: 46-62.

Ilgeroth, M.; Müller, G.; Abo-Dabach, S. (2007): Kalkulationstabellen Straßen- und Tiefbau mit Ergänzung Gemeinkosten und gestörte Bauabläufe, Schiele & Schön, Berlin, 10. Auflage: 409.

Ilgeroth, M.; Müller, G.; Abo-Dabach, S. (2007a): Oberbodenarbeiten. In: Ilgeroth et al. (2007) Kalkulationstabellen Straßen- und Tiefbau mit Ergänzung Gemeinkosten und gestörte Bauabläufe, Schiele & Schön, Berlin, 10. Auflage, Kapitel 2.1.1: 54-61.

Ilgeroth, M.; Müller, G.; Abo-Dabach, S. (2007b): Bodenabtrag. In: Ilgeroth et al. (2007) Kalkulationstabellen Straßen- und Tiefbau mit Ergänzung Gemeinkosten und gestörte Bauabläufe, Schiele & Schön, Berlin, 10. Auflage, Kapitel 2.2.1: 74-93.

Ilgeroth, M.; Müller, G.; Abo-Dabach, S. (2007c): Bodenauftrag. In: Kalkulationstabellen Straßen- und Tiefbau mit Ergänzung Gemeinkosten und gestörte Bauabläufe, Schiele & Schön, Berlin, 10. Auflage, Kapitel 2.2.2: 94-105.

Jarass, H. D. (2017): Kommentar zum BImSchG. 12. Auflage, C.H. Beck Verlag, München.

Jäppelt, U.; Schadow, T. (2015): Nachhaltigkeitsbewertung von Infrastrukturbauwerken am Beispiel der Helgoländer Südkaje. Bautechnik 92. Heft 3. Ernst & Sohn, Berlin. S. 227–229.

Kamarianakis, S.; Thewes, M. (2014): Praktische Anwendung einer multikriteriellen Bewertung unterirdischer Infrastruktur. 65. Deutsche Brunnenbauertage und BAW-Baugrundkolloquium. S. 143.

Kämper, N. (2015): Anmerkung zum Urteil des BVerwG vom 19.02.2015 (7 C 11/12) – Zur Frage des Hafenausbaus für trimodalen Güterumschlag. In: Neue Zeitschrift für Verwaltungsrechtswissenschaft 2015, S. 1076-1077.

Kerkmann, J. (2016): §§ 1, 15 BNatSchG. In: Schlacke, S. (Hrsg.): GK-BNatSchG, 2. Auflage, Carl Heymanns Verlag, Köln.

Kerkmann, J.; Koch, H.-J. (2017): § 15 BNatSchG. In: Schlacke, S. (Hrsg.): GK-BNatSchG, 2. Auflage, Carl Heymanns Verlag, Köln.

Kirchberg, J.-W. (2014): § 2 In: Ziekow, J. (Hrsg.): Handbuch des Fachplanungsrechts, 2. Auflage, C.H. Beck Verlag, München.

Kloepfer, M. (2016): Umweltrecht, 4. Aufl., C.H. Beck Verlag, München.

Kment, M. (2018): § 16. In: Hoppe, W.; Beckmann, M.; Kment, M. (Hrsg.): UVPg, 5. Auflage, Carl Heymanns Verlag, Köln.

- Kment, M. (2019): § 43. In: Kment, M. [Hrsg.]: EnWG, 2. Aufl. 2019, Nomos, Baden-Baden
- Kment, M./Pleiner, T. (2015): Neues von der Abschnittsbildung – Planerisches Instrument gewinnt weiter an Konturen, Deutsches Verwaltungsblatt 2015, S. 542-547.
- Krappel, T. (2012): Zulassungsrechtliche Fragen der Errichtung von Pumpspeicherkraftwerken. In: ZfW, 2012, 3, Carl Heymanns Verlag, Köln, 113.
- Kropp, M. (2017a): E-Mail-Auskunft von Herrn Kropp (Projektleiter im Bereich Leitungsbau der RheinEnergie) zu den Genehmigungen des Mehrspartendükers am 14.06.2017.
- Kropp, M. (2017b): E-Mail-Auskunft von Herrn Kropp (Projektleiter im Bereich Leitungsbau der RheinEnergie) zum Steckbrief am 18.09.2017.
- Kropp, M.; Trosdorff, J. (2015): Infrastrukturkanal für umweltgerechten Medientransport, bi-UmweltBau, Heft 6/15, S. 24-30.
- Kühling, J.; Bulowski, S. (2017): Zugangsrechte nach dem DigiNetzG – Drohen „Überbauprobleme“ für die Wettbewerber, Netzwirtschaften und Recht 2017, 1, Deutscher Fachverlag GmbH, Frankfurt am Main, S. 19-30.
- Kümper, B. (2019): A. Einleitung; §§ 2,3 ROG. In: Kment, M. (Hrsg.): ROG-Kommentar, 1. Auflage, Nomos Verlag, Baden-Baden.
- Kupfer, D. (2015): § 43h EnWG. In: Britz, G.; Hellermann, J.; Hermes, G. (Hrsg.): EnWG, 3. Auflage, C.H. Beck, München.
- Laistner, V. (1996): Einsatz begehrter Leitungsgänge/Infrastrukturkanäle in der öffentlichen Ver- und Entsorgung. Dissertation, Band I – Textteil.
- Lange, F.-M.; Mohr, H.; Lehmann, A.; Haaff, J.; Stahr, K. (2017): Oberbodenabtrag. In: Lange et al. 2017: Bodenmanagement in der Praxis: Vorsorgender und nachsorgender Bodenschutz – Baubegleitung - Bodenschutzrecht, Springer Verlag: Kapitel 6.6.3: 189.
- Lanze, G. (2012): Bezirksregierung erteilt Stadtwerken Düsseldorf Genehmigung für Fernwärmeleitung. <https://www.duesseldorf-wirtschaft.de/bezirksregierung-dusseldorf/bezirksregierung-erteilt-stadtwerken-dusseldorf-genehmigung-fur-fernwarmeleitung>. Aufgerufen am 31.08.2017.
- Leidinger, T. (2013): Planungsrechtliche Grundsätze bei der Trassierung von Übertragungs- und Verteilnetzen. In: DVBl., 2013, 15, Carl Heymanns Verlag, Köln, 949.
- Libbe, J. (2017): Gekoppelte Infrastrukturen sind nicht nur eine technische Herausforderung. In: Difu-Berichte 2/2017, [www.difu.de](http://www.difu.de) (28.02.2020).
- Libbe, J.; Petschow, U.; Trapp, J.; Arndt, W.-H.; Floeting, H. (2018): Diskurse und Leitbilder zur zukunftsfähigen Ausgestaltung von Infrastrukturen - Abschlussbericht im Rahmen des Projekts "Notwendigkeiten und Möglichkeiten zur klimaresilienten und zukunftsfähigen Ausgestaltung von nationalen und grenzüberschreitenden Infrastrukturen". Umweltbundesamt. Climate Change 33/2018. S. 27-28.
- Lieber, T. (2019): § 74 VwVfG. In: Mann, T.; Sennekamp, C.; Uechtritz, M. [Hrsg.], Verwaltungsverfahrensgesetz – Großkommentar, 2. Aufl., Nomos Verlagsgesellschaft, Baden-Baden.
- Liebherr: RL 64 Litronic, abrufbar unter: <https://www.liebherr.com/de/deu/produkte/baumaschinen/erdbewegung/rohrleger/de-tails/69985.html>, letzter Zugriff am 30.10.2018.
- Lütkes, S. (2018): §§ 1, 18 BNatSchG. In: Lütkes, S.; Ewer, W. (Hrsg.): BNatSchG-Kommentar, 2. Auflage, C.H. Beck Verlag, München.
- Mahrenholz, P; Bolland, T; Schauser, I.; von Schlippenbach, U.; Veenhoff, S.: Gestaltungsprinzipien für resiliente, ressourcenschonende und nachhaltige Infrastrukturen. „Urbaner Umweltschutz – Weichenstellung für

eine umweltorientierte Stadtentwicklung“ am 12. April 2018 in Berlin. [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/421/dokumente/uba-konferenz\\_urbanerumweltschutz\\_tf1\\_mahrenholz.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/421/dokumente/uba-konferenz_urbanerumweltschutz_tf1_mahrenholz.pdf). Aufgerufen am 14.7.2020.

Masing, J.; Schiller, G. (2018): § 78 VwVfG in: Obermayer/Funke-Kaiser, M. [Hrsg.], VwVfG – Kommentar zum Verwaltungsverfahrensgesetz, 5. Aufl., Luchterhand Verlag, Köln.

Masser, K.; Ritter, T.; Ziekow, J. (2018): Erweiterte Bürgerbeteiligung bei Großprojekten in Baden-Württemberg. In: Speyerer Forschungsberichte 275, [www.foev-speyer.de/ard](http://www.foev-speyer.de/ard) (28.02.2020).

Maydl, P. (2014): Geomechanics and Tunnelling 7. Nachhaltigkeit im Infrastrukturbau – Zur Übertragbarkeit von Bewertungskonzepten für Gebäude auf den Tiefbau. Ernst & Sohn. S. 577–592.

Mengel, A. (2016): § 1 BNatSchG. In: Frenz, Walter; Müggenborg, H.-J. (Hrsg.): BNatSchG-Kommentar, 2. Auflage, Erich Schmidt Verlag, Berlin.

Meyers, D. G. (2014): Psychologie. Springer, Berlin, Heidelberg, 3. Auflage, Kapitel 10: 367-397.

Missling, S. (2019): § 43. In: Danner, W./Theobald, C. [Hrsg.]: Energierecht, 101. EL 2019, C.H. Beck, München.

Missling, S. (2019): § 43c EnWG, In: Danner, W.; Theobald, C. [Hrsg.], Energierecht, 101. EL, C.H. Beck Verlag, München.

Möckel, S. (2017): § 34 BNatSchG. In: GK-BNatSchG – Gemeinschaftskommentar zum Bundesnaturschutzgesetz, 2. Aufl., Carl Heymanns Verlag, Köln.

Neumann, W./Külpmann, C. (2018): § 74. In: Stelkens, P./Bonk, J./Sachs, M. [Hrsg.]: VwVfG, 9. Aufl., C.H. Beck, München.

Neumann, W.; Külpmann, C. (2018): §§ 73, 74, 75, 78. In: Stelkens, P.; Bonk, H. J.; Sachs, M., Verwaltungsverfahrensgesetz - Kommentar, VwVfG, 9. Aufl., C.H. Beck Verlag, München.

o. A. (2015a): Unter der Grenze. <https://www.bi-medien.de/umweltbau/artikel/horizontalbohren/artikel-2992-ub-seerhein-unterquerung.bi>. Aufgerufen am 30.08.2017.

o. A. (2015b): Seerhein-Unterquerung in 45 Metern Tiefe. <https://www.baumagazin-online.de/d/seerhein-unterquerung-in-45-metern-tiefe>. Aufgerufen am 30.08.2017.

Parakenings, B. (2018): § 12b EnWG. In: Elspas, M. E.; Graßmann, N.; Rasbach, W. (Hrsg.): EnWG-Kommentar, 1. Auflage, Erich Schmidt Verlag, Berlin.

Pielow, J.-C. (2019): § 43 EnWG. In: Säcker, F. J. [Hrsg.], Berliner Kommentar zum Energierecht, 4. Aufl., Fachmedien Recht und Wirtschaft, Frankfurt am Main.

Pleiner, T. (2016): Überplanung von Infrastruktur. 1. Auflage, Mohr Siebeck Verlag, Tübingen.

Posser, H. (2019): §§ 12a, 12b EnWG. In: Kment, M. (Hrsg.): EnWG-Kommentar, 2. Auflage, Nomos Verlag, Baden-Baden.

Potschies, T. (2017): Raumplanung, Fachplanung und kommunale Planung. 1. Auflage, Mohr Siebeck Verlag, Tübingen.

Ramsauer, U. (2017): § 22 VwVfG. In: Kopp, F.; Ramsauer, U. (Hrsg.): VwVfG-Kommentar, 18. Auflage, C.H. Beck Verlag, München.

Rathnayaka, K.; Malano, H.; Arora, M. (2016): Assessment of Sustainability of Urban Water Supply and Demand Management Options: A Comprehensive Approach. Water. Vol. 8. Multidisciplinary Digital Publishing Institute. S. 5–8.

Referentenentwurf des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie Entwurf eines Gesetzes zur Beschleunigung des Energieleitungsausbaus vom 25.10.2018, abrufbar unter <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Service/Gesetzesvorhaben/gesetz-zur-beschleunigung-des-energieleitungsausbaus.html>, letzter Zugriff am 05.03.2020.

Rehbinder, M. (2014): Rechtssoziologie. 8. Auflage, C.H. Beck Verlag, München.

Reidt, O.; Augustin, J. (2018): § 16 UVPG. In: Schink, A.; Reidt, O.; Mitschang, S. (Hrsg.): UVPG/UmwRG, C.H. Beck Verlag, München.

Reim, K.-P.; Mann, C. (2017): E-Mail-Auskunft von Herrn Reim (Gesellschaft für Ingenieurbau Bauwerksinstandhaltung und Anlagenmanagement/GIBA) zum Steckbrief am 21.09.2017.

Reuße, B. (2018): Update DigiNetzG – Blick zurück auf zwei Jahre Praxis, *Netzwirtschaften und Recht* 2018, 6, Deutscher Fachverlag GmbH, Frankfurt am Main, S. 268-274.

Reuße, B.; Karrer, T. (2017): Das DigiNetzG aus kommunaler Sicht – Überblick und praktische Herausforderungen, *Netzwirtschaften und Recht* 2017, 5, Deutscher Fachverlag GmbH, Frankfurt am Main, S. 207-218.

RheinEnergie (2015a): Strom und Fernwärme für das rechtsrheinische Köln. Der neue Düker der RheinEnergie. <https://www.youtube.com/watch?v=P8g73UO5nrw>. Aufgerufen am 24.08.2017.

RheinEnergie (2015b): Wärme die verbindet: Neuer Fernwärmehunnel unter dem Rhein entsteht. <http://blog.rheinenergie.com/index.php/detailseite-totallokal/waerme-die-verbindet-zweiter-fernwaermetunnel-unter-dem-rhein.html>. Aufgerufen am 24.08.2017.

Richter, M. (2016): Werkzeug zur Strategischen Folgenabschätzung, UBA-Arbeitsfassung (intermediär) vom Juni 2016, auf Grundlage: Günnewig, D.; Wachter, T. F.; Hanusch, M.; Gans, F.; Sutter, D.; Maibach, M. 2015: FE FKZ 371213100 Nachhaltigkeitszielkonflikte bei der Aufstellung umweltpolitischer Strategien und Programme erkennen und beurteilen – Arbeitsmethoden für die Fachebene im Geschäftsbereich des BMU, Teil „Wirtschaft und Soziales“, Abschlussbericht, Anlage 1, Februar 2015; unveröffentlicht. Und: Sutter, Daniel und Thomas F. Wachter (2015): FE FKZ 3714 14 103 0, Teil „Demoversion als Hilfestellung für SFA Musterdokumentation“, Zürich, 16. Oktober 2015 (unveröffentlicht). S. 4–5, Anhang S. 1–12.

Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen

Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO) (2012).

Riese, C.; Fest, P. (2017): § 43 EnWG. In: Steinbach, A.; Franke, P. (Hrsg.): NABEG/EnLAG/EnWG, 2. Auflage, De Gruyter, Berlin/Boston.

Rojahn, O. (2011): Umweltschutz in der raumordnerischen Standortplanung von Infrastrukturvorhaben. In: *NVwZ*, 2011, 11, C.H. Beck Verlag, München, 654.

Ronellenfitch, M. (1997): Das Zusammentreffen von Planungen. In: *Verwaltungsarchiv* 1997, Carl Heymanns Verlag, Köln, S. 175-198.

Ronellenfitch, M. (1999): Bauleitplanung und eisenbahnrechtliche Fachplanung. In: *VerwArch*, 1999, 4 Carl Heymanns Verlag, Köln, S. 581-599.

Ronellenfitch, M. (2016): § 78. In: Bader, J./Ronellenfitch, M. [Hrsg.]: *VwVfG*, 2. Aufl., C.H. Beck, München.

Runkel, P. (2018): § 3 ROG. In: Spannowsky, W.; Runkel, P.; Goppel, K. (Hrsg.): *ROG-Kommentar*, 2. Auflage, C.H. Beck Verlag, München.

Runkel, P. (2019): § 1 BauGB. In: Ernst, W.; Zinkahn, Willy; Bielenberg, Walter; Krautzberger, Michael (Hrsg.): *BauGB-Kommentar*, 13. Auflage, C.H. Beck Verlag, München.

- Sahely, H. R.; Kennedy, C. A.; Adams, B. J. (2005): Developing sustainability criteria for urban infrastructure systems. Canadian Journal of Civil Engineering. Vol. 32. ProQuest Science Journals. S. 77–79.
- Sailer, F. (2016): Die allgemeine Netzausbaupflicht aus § 11 Abs. 1 Satz 1 EnWG. In: RdE, 2016, 10&11, Carl Heymanns Verlag, Köln, 444 ff.
- Sangenstedt, C. (2014): Die Reform der UVP-Richtlinie 2014: Herausforderungen für das deutsche Recht. In: Zeitschrift für Umweltrecht, 2014, 10, C.H. Beck Verlag, München, 526.
- Sartorius, C.; Lévai, P.; Nyga, I.; Sorge, C.; Menger-Krug, E.; Niederste-Hollenberg, J.; Hillenbrand, T. (2017): Multikriterielle Bewertung von Wasserinfrastruktursystemen am Beispiel des TWIST-Modellgebietes in Lünen. In: Korrespondenz Abwasser, Abfall, 2017 (64), Nr. 11. S. 999 - 1007.
- Schebek, L. (2015): Ziel-, Objekt- und Rahmendefinition. In: Kaltschmitt, M.; Schebek, L. 2015. Umweltbewertung für Ingenieure. Methoden und Verfahren. Springer, Berlin, Heidelberg. S. 47.
- Schlacke, S. (2019): Vorausschauende Planung als zulässige Vorratsplanung am Beispiel des Netzausbaus. In: Schlacke, S.; Beaucamp, G.; Schubert, M. [Hrsg]: Infrastruktur-Recht, Festschrift für Wilfried Erbguth zum 70. Geburtstag, Duncker & Humblot, Berlin, S. 207-224.
- Schlusemann, B.; Hampe, S.; Schulze, C. (2017): Trassierungskriterien im Planfeststellungsverfahren. In: Schlusemann et al. (2017) Erdgasfernleitung ZEELINK - Antragsunterlagen für das Planfeststellungsverfahren - Bundesland Nordrhein-Westfalen, Regierungsbezirk Düsseldorf (Abschnitt Station Hochneukirch-Station St. Hubert - Station Dämmerwald) Zeelink GmbH & Co. KG, Teil A: Allgemeiner und Technischer Teil - Erläuterungsbericht - , Kapitel 6.3: 78.
- Schmidt, O. (2017a): E-Mail-Auskunft von Herrn Schmidt (Fachkoordinator Eigenbetrieb der Stadt Dortmund, Stadtentwässerung) zur Verfügbarkeit von Daten zum ISK im Steinsweg in Dortmund-Oespel am 27.09.2017.
- Schmidt, O. (2017b): E-Mail-Auskunft von Herrn Schmidt (Fachkoordinator Eigenbetrieb der Stadt Dortmund, Stadtentwässerung) zu den Gründen, die gegen den Bau eines ISK im Neubaugebiet Steinsweg in Dortmund-Oespel führten am 28.09.2017.
- Schmitt, T. (2015): Die Bedarfsplanung von Infrastrukturen als Regulierungsinstrument. 1. Auflage, Mohr Siebeck Verlag, Tübingen.
- Schmitz, H. (2018): § 22 VwVfG. In: Stelkens, P.; Bonk, H.-J.; Sachs, M.: VwVfG-Kommentar, 9. Auflage, C.H. Beck Verlag, München.
- Schneider, J. (2017): Gesprächsauskunft von Jürgen Schneider (Projektierung und Bauleitung bei den Stadtwerken Düsseldorf) am 21.09.2017.
- Schneider, J. (2012): Linksrheinisches Fernwärmenetz. Anlage 1 zur Niederschrift über die Sitzung der Bezirksvertretung 4 am 07.03.2012. <http://ratsinfo.duesseldorf.de/ratsinfo/duesseldorf/n/5677.zipper>. Aufgerufen am 04.09.2017.
- Schoen, H. (2019): § 50 BImSchG. In: Beckmann, M. (Hrsg.): Landmann/Rohmer-Kommentar zum Umweltrecht – Band III. 89. EL, C.H. Beck Verlag, München.
- Schröder, M. (2016): Genehmigungsverwaltungsrecht, Mohr Siebeck, Tübingen.
- Schumacher, A.; Schumacher, J. (2011): § 1 BNatSchG. In: Schumacher, J.; Fischer-Hüftle, P. (Hrsg.): BNatSchG-Kommentar, 2. Auflage, Kohlhammer Verlag, Stuttgart.
- Schumacher, P. (2013): Energienetze für ein schnelles Internet, Recht der Energiewirtschaft, Carl Heymanns Verlag, Köln, S. 213-218.
- Schweizerische Eidgenossenschaft (2013): Gesuch um Plangenehmigung. Unveröffentlicht.

SenStadtUm – Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt (2015): 88. Sitzung des Hauptausschusses am 14. Oktober 2015. Bericht 32; Titel 54047 Maßnahmen zur Sicherung und Nachnutzung des Flughafens Tegel. <https://www.parlament-berlin.de/ados/17/Haupt/vorgang/h17-2484-v.pdf>. Aufgerufen am 29.05.2017.

Smeets, E., Weterings, R., (1999): Environmental Indicators: Typology and Overview. Europäische Umweltagentur (EEA), Kopenhagen. Report No. 25, 19 S. Online, URL: <http://www.eea.europa.eu/publications/TEC25/download> [Zugriff: 11.11.2019].

Söfker, W. (2019): §§ 9, 35 BauGB. In: Ernst, W.; Zinkahn, W.; Bielenberg, W.; Krautzberger, M. (Hrsg.): BauGB-Kommentar, 13. Auflage, C.H. Beck Verlag, München.

Spannowsky, W. (2018): § 2 ROG. In: Spannowsky, W.; Runkel, P.; Goppel, K. (Hrsg.): ROG-Kommentar, 2. Auflage, C.H. Beck Verlag, München.

Stadt Markkleeberg (2017): Wirtschaft und Handel – Gewerbegebiete; Gewerbepark Wachau. [www.markkleeberg.de/de/wirtschaft\\_handel/standortfaktoren/gewerbegebiete/wachau](http://www.markkleeberg.de/de/wirtschaft_handel/standortfaktoren/gewerbegebiete/wachau). Aufgerufen am 05.09.2017.

Stadt Markkleeberg (2005a): Bebauungsplan „Gewerbegebiet Wachau-Nord“, 1. Änderung. Begründung zur Satzung, Stand 29.07.2005. [http://www.markkleeberg.de/de/stadt\\_verwaltung/bauen\\_planen/bebauungsplaene/dokumente/Gewerbegebiet\\_Wachau-Nord-Begrueendung.pdf](http://www.markkleeberg.de/de/stadt_verwaltung/bauen_planen/bebauungsplaene/dokumente/Gewerbegebiet_Wachau-Nord-Begrueendung.pdf). Aufgerufen am 05.09.2017.

Stadt Markkleeberg (2005b): Bebauungsplan „Gewerbegebiet Wachau-Nord“, 1. Änderung. Textliche Festsetzungen. Stand 29.07.2005. [http://www.markkleeberg.de/de/stadt\\_verwaltung/bauen\\_planen/bebauungsplaene/dokumente/Gewerbegebiet\\_Wachau-Nord-Festsetzungen.pdf](http://www.markkleeberg.de/de/stadt_verwaltung/bauen_planen/bebauungsplaene/dokumente/Gewerbegebiet_Wachau-Nord-Festsetzungen.pdf). Aufgerufen am 05.09.2017.

Stadt Markkleeberg (2005c): Bebauungsplan „Gewerbegebiet Wachau-Nord, 1. Änderung. Planzeichnung, Stand [http://www.markkleeberg.de/de/stadt\\_verwaltung/bauen\\_planen/bebauungsplaene/pdf\\_Plaene\\_aktuell/Gewerbegebiet\\_Wachau-Nord-BPlan.pdf](http://www.markkleeberg.de/de/stadt_verwaltung/bauen_planen/bebauungsplaene/pdf_Plaene_aktuell/Gewerbegebiet_Wachau-Nord-BPlan.pdf). Aufgerufen am 05.09.2017.

Stadt Speyer (2013): Standort Speyer. [http://www.speyer.de/sv\\_speyer/de/Rathaus/Medien-Infos/Archiv%202013/Neue%20Standortbrosch%C3%BCre/Speyer\\_WiFoe\\_Broschuere\\_gedruckte%20Version.pdf](http://www.speyer.de/sv_speyer/de/Rathaus/Medien-Infos/Archiv%202013/Neue%20Standortbrosch%C3%BCre/Speyer_WiFoe_Broschuere_gedruckte%20Version.pdf). Aufgerufen am 28.08.2017.

Stadtverwaltung Speyer (2005): Bebauungsplan Nr. 069 I „Rheinufer-Nord, 1. Teilbebauungsplan“ – Begründung. [http://www.speyer.de/sv\\_speyer/de/Standort/Bauen/Rechtskr%C3%A4ftige%20Bebauungspl%C3%A4ne/069%20Rheinufer%20Nord%20-%201.%20Teilbebauungsplan/069%20Rheinufer%20Nord%20-%201.%20Teilbebauungsplan%20-%20Begr%C3%BCndung\\_Internetfassung.pdf](http://www.speyer.de/sv_speyer/de/Standort/Bauen/Rechtskr%C3%A4ftige%20Bebauungspl%C3%A4ne/069%20Rheinufer%20Nord%20-%201.%20Teilbebauungsplan/069%20Rheinufer%20Nord%20-%201.%20Teilbebauungsplan%20-%20Begr%C3%BCndung_Internetfassung.pdf). Aufgerufen am 28.08.2017.

Stadtwerke Heidelberg (2019): Schutzstreifen. In Stadtwerke Heidelberg (2019) Anweisung zum Schutz unterirdischer Versorgungseinrichtungen und Freileitungen der Stadtwerke Heidelberg Netze GmbH (Leitungsschutzanweisung), Stand 18.10.2019, 5.2: 5-6.

Stadtwerke Konstanz, Geschäftsbereich Energienetze (2013): Projektbeschreibung Neubau Kabelleitung Teilstrecke UW Tägerwilen-Landesgrenze. Anlage 1 zum Antrag auf Plangenehmigung. Unveröffentlicht.

SWD – Stadtwerke Düsseldorf (o. J.): Fernwärme „Wärme per Rohrpost“ – Effizient, klimaschonend und zukunftssicher. <https://www.swd-ag.de/ueber-uns/erzeugung/erzeugungslandschaften/fernwaerme>. Aufgerufen am 31.08.2017.

Stelter, C. (2018): §§ 77a, 77i TKG. In: Scheurle, K.-D.; Mayen, T. [Hrsg.], Telekommunikationsgesetz – Kommentar, 3. Aufl., C.H. Beck Verlag, München.

Stürer, B. (2015): Handbuch des Bau- und Fachplanungsrechts. 5. Auflage, C.H. Beck, München.



- Tegel Projekt GmbH (2015): Berlin TXL – Infrastruktursammelkanal. Interessenbekundungsverfahren Hintergrundpapier. [https://my.vergabepattform.berlin.de/remote/bekanntmachung.pdf?form\\_id=1008839&lv\\_id=65851](https://my.vergabepattform.berlin.de/remote/bekanntmachung.pdf?form_id=1008839&lv_id=65851). Aufgerufen am 20.11.2017.
- Telekom Deutschland AG (2010) Schützen von Kabel / KR / SNR-E und SNRV-E. In: Telekom Deutschland AG (2010) Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen der Telekom Deutschland AG für Bauleistungen am Telekommunikations-Netz Teil 11, Erdverlegung von Kabel, KR, SNRV-E, SNR-E und SL, Stand: 01.12.2010, 3.6: 32-35.
- Telekommunikationsgesetz vom 22. Juni 2004 (BGBl. I S. 1190), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 29. November 2018 (BGBl. I S. 2230) geändert worden ist.
- Thewes, M.; Bielecki, R. (2011): Analyse zur ökologischen und ökonomischen Bewertung offener und geschlossener Bauverfahren zur Herstellung unterirdischer Infrastrukturmaßnahmen (Verkehrstunnel, Ver- und Entsorgungsleitungen) – Phase 2. Deutsche Bundesstiftung Umwelt. S. 57–68.
- Thüringer Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitale Gesellschaft (TMWWDG) (2018): Alternative Verlegemethoden, Praxisleitfaden für die Kommunen, Freistaat Thüringen, Version 1.0.
- Trapp, J.; Arndt, W.; Libbe, J.; Schneider, S.; Verbücheln, M.; Winkelhaus, J.; Mottschall, M.; Bauknecht, D.; Bergmann, T.; Gröger, J. (2017): Ressourcenleichte zukunftsfähige Infrastrukturen – umweltschonend, robust, demografiefest. Umweltbundesamt. Texte 64/2017.
- Tüngler, S. (2019): § 11 EnWG. In: Kment, M. (Hrsg.): EnWG-Kommentar, 2. Auflage, Nomos Verlag, Baden-Baden.
- UBA (2020): TRAFIS Transformation von Infrastrukturen. <https://www.umweltbundesamt.de/trafis-transformation-von-infrastrukturen>. Aufgerufen am 14.07.2020.
- UBA Climate Change 36 (2019): Wege in eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität - RESCUE-Studie; Hrsg. Umweltbundesamt, ISSN 1862-4359; <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>
- Ugwu, O. O.; Haupt, T. C. (2005): Key performance indicators and assessment methods for infrastructure sustainability – a South African construction industry perspective. Building and Environment 42. Elsevier. ScienceDirect. S. 669–670.
- United Nations (UN) (2015): Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. United Nations.
- Verein Deutscher Ingenieure (VDI) (2016): VDI-Richtlinien. Nachhaltigkeitsbewertung (VDI 4605:2016-2). VDI-Gesellschaft Energie und Umwelt (GEU) Beuth, Berlin. S. 6.
- Vermeer (o. J.): RTX 1250, abrufbar unter: [http://www.vermeer.de/produkte/fraesen/traktoren\\_\\_mobilfraesen\\_/bis\\_183\\_cm/rtx1250](http://www.vermeer.de/produkte/fraesen/traktoren__mobilfraesen_/bis_183_cm/rtx1250), letzter Zugriff am 13.02.2019.
- Wasielowski, A. (2019): §6 BImSchG. In: Führ, M.: GK-BImSchG, 2. Auflage, Carl Heymanns Verlag, Köln.
- Weiland, U.; Wüstneck, T.; Lichte, V.; Scholles, F. (2016): Zur Bündelung von Stromtrassen mit anderen linearen Infrastrukturen – ein strittiges Thema. In: UVP-report, 2016, 159 ff, 3, Gesellschaft für die Prüfung der Umweltverträglichkeit, Paderborn, 159.
- Wendt, E. (2013): Infrastrukturkanal mit hohem Anforderungsprofil und Nutzeffekt, Sonderdruck aus bi-UmweltBau 4/13, S. 2-7.
- Wiesmann, U.; Kropp, M. (2017): Mehrsparten-Düker DN 2800 unter dem Rhein in Köln, bbr, Heft 2/17, S. 50-55.

Willner, H.-I.; Brockerhoff, M. (2012): Fernwärme: Bäume schonen? RP Online. <http://www.rp-online.de/nrw/staedte/duesseldorf/stadtteile/fernwaerme-baeume-schonen-aid-1.2925500>. Aufgerufen am 31.08.2017.

Wilrich, T. (2003): Zulassung, Betrieb und Überwachung von Rohleitungsanlagen und Energieleitungen. In: Neue Zeitschrift für Verwaltungsrechtswissenschaft 2003, S. 787- 792.

Winkler, D. (2018): Einleitung. In: Hoppe, W.; Beckmann, M.; Kment, M. (Hrsg.): UVPg, 5. Auflage, Carl Heymanns Verlag, Köln.

Wolf, T. (2015): Bohrung unter dem Rhein, Stadtwerke direkt, Heft 1/15, S. 9.

Wolfshohl, P. L.; Scheuten, F.-J. (2013): § 2 NABEG. In: de Witt, S.; Scheuten, F.-J., NABEG – Netzausbaubeschleunigungsgesetz Übertragungsnetz mit Energieleitungsausbaugesetz (EnLAG) – Kommentar, C.H. Beck Verlag, München.

Wysk, P. (2019): §§ 74, 75 VwVfG. In: Ramsauer, U. [Hrsg.]: VwVfG - Verwaltungsverfahrensgesetz, 20. Aufl., C.H. Beck Verlag, München.

Ziekow, J. (2014): § 6. In: Ziekow, J. (Hrsg.): Handbuch des Fachplanungsrechts, 2. Auflage, C.H. Beck Verlag, München.

Ziekow, J. (2015): Die Berücksichtigung späterer Erweiterungsmöglichkeiten als Option in der straßenrechtlichen Planfeststellung. In: VerwArch, 2015, 4, Carl Heymanns Verlag, Köln, 528 ff.

Zinke, T.; Ummenhofer, T.; Hauke, B.; Siebers, R. (2016): Nachhaltigkeit und Normung. In: Stahlbau-Kalender 2016: Eurocode 3 – Grundnorm, Werkstoffe und Nachhaltigkeit. Kuhlmann, Ulrike (Hrsg.). Ernst & Sohn, Berlin.

ZTV A-StB (2012): Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen (ZTV A-StB).

ZTV E-StB (2009): Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau (ZTV E-StB).

## A Anhang 1: Recherche von Fallbeispielen gebündelter Infrastrukturen

### A.1 Recherche Fachliteratur

**Tabelle 23: Aufbereitung der Rechercheergebnisse im Bereich Fachzeitschriften**

Fachzeitschriften	Inhalt	Ausgabe	Inhalte in Ausgabe
Akademie für die Raumforschung und Landesplanung			
Baumeister	Architektur-Magazin		
BauPortal	Fachzeitschrift der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft	Heft 8, 2012, 124. Jahrgang, S. 9-12	Ordnung im Untergrund - Infrastrukturkanal mit begehbaren Schächten und nicht begehbaren Strecken
bbr	Brunnenbau, Trinkwasserversorgung, Geothermie, Bohrtechnik, Spezialtiefbau, Rohrleitungsbau, Kanalbau und Kabelleitungstiefbau	02/2017	Wiesmann, Ulrich; Kropp, Marsel: Mehrsparten-Düker DN 2800 unter dem Rhein in Köln
Beratende Ingenieure	Fachmagazin für Planen und Bauen	Jg. 35, Nr. 9, 2005, S. 37-41	Laistner, Hermann: Planung und Bau eines begehbaren Leitungskanals. Erschließung eines Wohngebiets in Speyer
BFT International	Branchenmagazin für die Hersteller von Betonwaren und Fertigteilen sowie für im Fertigteilbau tätige Unternehmen	Jg. 71, Nr. 2, 2005, S. 188-189	Midel, Matthias; Rogall, Armin D.: Nachhaltigkeit im Tiefbau - Leitungsgänge aus Betonfertigteilen
bi Medien	UmweltBau (insb. unterirdische Infrastruktur), Bauma-gazin	08/2013	Wendt, Eberhard: Infrastrukturkanal unter dem Rhein
		06/2015	Kropp, Marsel; Trosdorff, Jonathan: Infrastrukturkanal für umweltgerechten Medientransport
Deutsche Bau-Zeitschrift	Organ des Bund Deutscher Baumeister, Architekten und Ingenieure e. V. Berlin; Architektur, Bautechnik, Bauprodukte	online-Aufsätze	
Deutsches Ingenieurblatt	Bauplanung, -leitung, Projektmanagement	Nr. 1/2, 2015, S. 10-17	Böhmer, Heike; Simon, Janet: Chancen bei der Erschließung. Begehbare Leitungsgänge

Fachzeitschriften	Inhalt	Ausgabe	Inhalte in Ausgabe
Deutsche Zeitschrift für Kommunalwissenschaften	Kommunale Praxis + Wissenschaft	14.12.2016   Ausgabe 12/2016	Abseits ausgetretener Pfade - Ideen zur Erstellung eines Quartierskonzepts
		2, 2008; ISBN: 978-3-88118-467-0	Jens Libbe: Infrastrukturplanung als kommunale Aufgabe: Aktuelle Herausforderungen und Handlungsbedarf  Nikolaus Richter; Stefan Thomas: Strategien für das Stadtwerk der Zukunft – INFRAFUTUR: Die partnerschaftliche Untersuchung der Zukunft kommunaler Unternehmen
			Matthias Koziol; Lars Porsche: Innovative Konzepte und Modellvorhaben der Weiterentwicklung kommunaler technischer Infrastruktur – Das Beispiel der energetischen Stadterneuerung
Erneuerbare Energie	Zeitschrift für eine nachhaltige Energiezukunft; Nutzung von nachhaltigen Energietechnologien, Entwicklung von energieeffizienten Energieversorgungssystemen, aktuellen Überblick über neue Entwicklungen		
Forschungsmagazin Orange	Diverse Themen; FH-Forschungsmagazin	2008	Infrastrukturkanal Einer für alle: Architekturprojekt schafft Ordnung in der Unterwelt
gwf Gas + Energie	Technisch-wissenschaftliche Zeitschrift für die Gewinnung, Erzeugung, Verteilung und Verwendung von Gas und Erdgas		
gwf Wasser + Abwasser	Fachmedium für die Praxis der Pumpen- und Kompressorentchnik		
ibr INFORMATION EN BAURATIONALISIERUNG	Schwerpunktthemen Digitalisierung, Fachkräftesicherung sowie Energie- und Ressourceneffizienz	Nr. 4, August 2004, S. 10-14.	Der moderne Infrastrukturkanal - Abriss wichtiger Rechtsfragen

Fachzeitschriften	Inhalt	Ausgabe	Inhalte in Ausgabe
Opus C	Planen und Gestalten mit Beton	Jg. 4, Nr. 3, 2007, S. 81	Innovativer Versorgungsschacht aus Beton. Schneller, unkomplizierter Zugriff auf alle Hausanschlüsse
Paper	2002-2008 (da Unternehmen (POET Ingenieurgesellschaft) nur bis dahin existierte)	online-Aufsätze	Der moderne Infrastrukturkanal - ein Beitrag zur nachhaltigen Erschließung unserer Versorgungssysteme (Laistner)
Paper		online-Aufsätze	Utility Tunnels – Proven Sustainability Above and Below Ground
RaumPlanung	Fachzeitschrift für räumliche Planung und Forschung		
tHIS	Magazin für erfolgreiches Bauen; Tiefbau, Hoch-, Ingenieur-, Straßenbau	online-Aufsätze	
tis. Tiefbau Ingenieurbau Straßenbau	Tiefbau, Hochbau, Ingenieurbau, Straßenbau inklusive der Bereiche Baumaschinen, Nutzfahrzeuge, Spezialtiefbau, dem Erdbau, dem Galabau und dem grabenlosen Bauen, genauso wie im Mauerwerksbau, der Wärmedämmung, dem Bauen im Bestand, und dem Instandsetzen von Straßenbauwerken, in der Betontechnik und der Schalungstechnik sowie praxisorientierte Baumanagement-Artikel	Jg. 49, Nr. 5, 2007, S. 30-37  Jg. 48, Nr. 6, 2006, S. 34-37	Leitfaden Planung, Bau und Betrieb von begehbaren Leitungsgängen TI.3: Sicherheit in begehbaren Leitungsgängen. GSTT - Informationen Nr. 10, TI.3  Der begehbare Leitungsgang. Möglichkeiten zur nachhaltigen Erschließung mit Infrastrukturkanälen?
Tunnel	Statistiken Tunnelbau, gesamtes Spektrum unterirdisches Bauen; Zielgruppe: Planer, Ausführende in der Bauwirtschaft, in Consultingbüros und in Baubehörden; offizielles Organ der stuva (Studiengesellschaft für unterirdisches Bauen)	online-Aufsätze	

## A.2 Kontaktierte Institutionen und Akteure

- ▶ AGFW: Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V.
- ▶ Axel Laistner Consulting (Bauingenieur; begehbare Infrastrukturkanäle)
- ▶ Barthauer Software GmbH (Bereich Infrastruktur-Informationssystem, ganzheitliches Infrastruktur-Management und Ressourcen-Bündelung)
- ▶ Bauforum Rheinland-Pfalz GbR (Publikation zur nachhaltigen Erschließung)
- ▶ Baugewerbeverband Rheinland-Pfalz e. V.
- ▶ BCC Cable Consulting (Bereich Power Tubes und Infrastrukturkanäle)
- ▶ BDEW: Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (Bereich Erzeugung und Systemintegration sowie Energienetze und europäisches Regulierungsmanagement)
- ▶ Breitband Kompetenz Zentrum
- ▶ BTU Cottbus Senftenberg (Lehrstuhl Energieverteilung und Hochspannungstechnik sowie Fachgebiet Stadttechnik, unterirdische Wirtschaft)
- ▶ Bundesarbeitskreis Kanalbau und Kabelleitungstiefbau der BFA Leitungsbau
- ▶ C. Dupré Bau GmbH & Co. KG (Hoch-, Tief- und Ingenieurbau)
- ▶ DBI GUT: Deutsches Brennstoffinstitut Freiberg; Gas- und Umwelttechnik GmbH (Bereich Netzprojekte)
- ▶ Deutsche Bauindustrie (Bundesfachabteilungen Leitungsbau und unterirdisches Bauen)
- ▶ DREWAG (Stadtwerke Dresden GmbH)
- ▶ DVGW: Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V.; Technologie- und Innovationsmanagement (Bereich Technologie- und Innovationsmanagement)
- ▶ e-line technical infrastructure gmbh (Bereich Infrastrukturkanal)
- ▶ EVE Netz GmbH (Netzbetreiber)
- ▶ EWS Elektrizitätswerke Schönau eG
- ▶ Gesellschaft für Ingenieurbau, Bauwerksinstandsetzung und Anlagenmanagement (Bereich Ingenieurbau, Erschließung, Bautenschutz)
- ▶ GSTT: German Society for Trenchless Technology e. V. (Arbeitskreis Grabenloses Bauen, Leitungsinstandhaltung)
- ▶ Hochschule Biberach (Institut für Immobilienökonomie, Infrastrukturplanung und Projektmanagement, Lehrstuhl für Fertigungs- und ausbaubezogenes Projektmanagement)

- ▶ Hochschule Osnabrück (Professur für Baustofftechnologie, Fakultät Agrarwissenschaften und Landschaftsarchitektur)
- ▶ IBV: Interessengemeinschaft Begehbare Versorgungskanäle
- ▶ IFB Bauforschung (Bereich: Evaluierung gebauter, begehbbarer Leitungsgänge)
- ▶ IKT: Institut für Unterirdische Infrastruktur gGmbH (Bereich Fremdwasser, Drainagen, Schächte, Abwasser, Breitbandkabel)
- ▶ Ingenieurbüro Jonasson GmbH (u. a. Trassierung, Genehmigungsplanung, Ausführungsplanung)
- ▶ Ingenieuresellschaft PPHT mbH Projektmanagement & Planung für Hoch- & Tiefbau
- ▶ IÖR: Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung (Forschungsbereich Strategische Fragen und Perspektiven sowie unterirdische Raumplanung und nachhaltige Ressourcenbewirtschaftung am Beispiel von ausgewählten Regionen)
- ▶ ISE: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (Geschäftsfeld Energiesystemtechnik, Themenfeld Systemintegration - Strom, Wärme, Gas sowie Bereich Building Energy Technology, International Cooperation)
- ▶ IWES: Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (Geschäftsfeld Energiesystemtechnik)
- ▶ Niedersächsischer Landkreistag (Bereich Bau, Raumordnung, Landesentwicklung, Naturschutz, Landwirtschaft)
- ▶ Ourstudio (Architektenbüro; Arbeitsbereich begehbbarer Infrastrukturkanal)
- ▶ RWTH Aachen (Institut für Stadtbauwesen und Stadtverkehr)
- ▶ Stein & Partner (Ingenieuresellschaft für Leitungsbau, Leitungsinstandhaltung und Umwelttechnik)
- ▶ Studiengesellschaft für unterirdisches Bauen (stuva)
- ▶ TU Berlin (Fachgebiet Städtebau und Siedlungswesen und Fachgebiet Wirtschafts- und Infrastrukturpolitik)
- ▶ TU Dortmund (Lehrstuhl Energieverteilung und Hochspannungstechnik)
- ▶ TU Kaiserslautern (Fachbereich Bauingenieurwesen, Fachgebiet Baubetrieb und Bauwirtschaft)
- ▶ TU Wien (Institut für Verkehrsplanung sowie Straßenbau und Verkehrswesen)
- ▶ Universität Bochum (Institut für Energietechnik)
- ▶ Universität Bremen (Institute for Advanced Energy Systems)

- ▶ Universität Flensburg (Zentrum für Nachhaltige Energiesysteme; Abteilung Energie- und Umweltmanagement)
- ▶ Universität Hannover (Fachgebiet Elektrische Energieversorgung; Institut für Elektrische Energiesysteme)
- ▶ Universität Kassel (Fachgebiet Integrierte Energiesysteme; Fachbereich Elektrotechnik/Informatik)
- ▶ Universität Weimar (Professur Siedlungswirtschaft, Bauingenieurwesen)
- ▶ Universitätsklinikum Leipzig AöR (Bereich Energiemanagement sowie Bereich Planung und technische Gebäudeverwaltung)
- ▶ VDE: Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bereich Weiterentwicklung Energieversorgungssysteme)
- ▶ VHV Holding (Rechtsfragen zum modernen Infrastrukturkanal)
- ▶ VKU: Verband kommunaler Unternehmen (Bereich Wasser/Abwasser und Telekommunikation)
- ▶ WIK: Wissenschaftliches Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste GmbH

### A.3 Kontaktierte regionale Planungsverbände und Planungsstellen (u. ä.)

**Tabelle 24: Kontaktierte Planungsstellen/-verbände (101) in den Bundesländern**

Bundesland	Planungsregionen	
Bayern (17)	Bayerischer Untermain Würzburg Main-Rhön Oberfranken-West Oberfranken-Ost Oberpfalz-Nord Region Nürnberg Westmittelfranken Augsburg	Region Ingolstadt Regensburg Donau-Wald Region Landshut München Allgäu Region Oberland Region Südostoberbayern
Baden-Württemberg (9)	Heilbronn-Franken Ostwürttemberg Mittlerer Oberrhein Nordschwarzwald Südlicher Oberrhein	Schwarzwald-Baar-Heuberg Hochrhein-Bodensee Neckar-Alb Bodensee-Oberschwaben
Brandenburg (5)	Lausitz-Spreewald Oderland-Spree Uckermark-Barnim	Havelland-Fläming Prignitz-Oberhavel
Hessen (3)	Nordhessen Mittelhessen	Südhessen
Mecklenburg-Vorpommern (4)	Mecklenburgische Seenplatte Rostock	Vorpommern Westmecklenburg
Niedersachsen (33)	Aurich Leer	Northeim Göttingen



Bundesland	Planungsregionen	
	Wittmund Friesland Wesermarsch Ammerland Emsland Grafschaft Bentheim Osnabrück Vechta Cloppenburg Oldenburg Diepholz Nienburg/Weser Schaumburg Hameln-Pyrmont Holzminden	Hildesheim Großraum Braunschweig Hannover Celle Uelzen Lüchow-Dannenberg Lüneburg Heidekreis (Soltau-Fallingbostal) Verden Rotenburg (Wümme) Harburg Stade Cuxhaven Osterholz
Nordrhein-Westfalen (6)	Arnsberg Detmold Düsseldorf	Köln Münster Ruhr
Rheinland-Pfalz (4)	Mittelrhein-Westerwald Rheinhessen-Nahe	Trier Westpfalz
Saarland (1)	(Landesplanung) Saarland	
Sachsen (4)	Leipzig-Westsachsen Region Chemnitz	Oberes Elbtal/Ost erzgebirge Oberlausitz-Niederschlesien
Sachsen-Anhalt (5)	Altmark Halle Magdeburg	Harz Anhalt-Bitterfeld
Schleswig-Holstein (3)	Planungsraum I Planungsraum II	Planungsraum III
Thüringen (4)	Nordthüringen Mittelthüringen	Südwestthüringen Ostthüringen
Bundesländer-übergreifende Regionalplanungsverbände (3)	Regionalverband FrankfurtRheinMain	Verband Region Rhein-Neckar Regionalverband Donau-Iller

#### A.4 Kontaktierte Städte- und Gemeindebünde sowie Gemeinde- bzw. Städtetage

Tabelle 25: Kontaktierte Städte- und Gemeindebünde sowie Gemeinde- bzw. Städtetage

Bundesland	Institution
Bayern	Bayerischer Gemeindetag
Baden-Württemberg	Gemeindetag Baden-Württemberg
Brandenburg	Städte- und Gemeindebund Brandenburg
Hessen	Hessischer Städte- und Gemeindebund Hessischer Städtetag
Mecklenburg-Vorpommern	Städte- und Gemeindetag Mecklenburg-Vorpommern
Niedersachsen	Niedersächsischer Städte- und Gemeindebund Niedersächsischer Städtetag
Nordrhein-Westfalen	Städte- und Gemeindebund Nordrhein-Westfalen

Bundesland	Institution
Rheinland-Pfalz	Gemeinde- und Städtebund Rheinland-Pfalz Städtetag Rheinland-Pfalz
Saarland	Saarländischer Städte- und Gemeindetag
Sachsen	Sächsischer Städte- und Gemeindetag
Sachsen-Anhalt	Städte- und Gemeindebund Sachsen-Anhalt
Schleswig-Holstein	Städtebund Schleswig-Holstein Schleswig-Holsteinischer Gemeindetag
Thüringen	Gemeinde- und Städtebund Thüringen

## A.5 Steckbriefe zur vertiefenden Analyse von sieben Projekten zu gebündelter Infrastruktur

### Nr. 03 BERLIN TXL (BE)

Die Desktop-Recherche ergab, dass, wenn der Flugbetrieb des Flughafens Tegel eingestellt wird, das Flughafengelände und die sich darauf befindenden Gebäude dem Bund und dem Land Berlin als Grundstückseigentümer übergeben werden.

Das Land Berlin hat 2011 die Tegel Projekt GmbH mit der Bewirtschaftung der landeseigenen Grundstücksflächen (ca. 159 ha) und Gebäude (ca. 33 Stück mit einer Gebäudenutzfläche von rd. 135.000 m<sup>2</sup>) und der Entwicklung eines Forschungs- und Industrieparks „Berlin TXL – The Urban Tech Republic“ beauftragt. Für die Leitungen der stadttechnischen Ver- und Entsorgung des Projektgebietes wurde ein Konzept zur Verlegung in einem begehbaren Infrastruktur-/Sammelkanal (ISK) als innovative Möglichkeit gegenüber der traditionellen Erdverlegung entwickelt (EU 2015, S. 1f.).

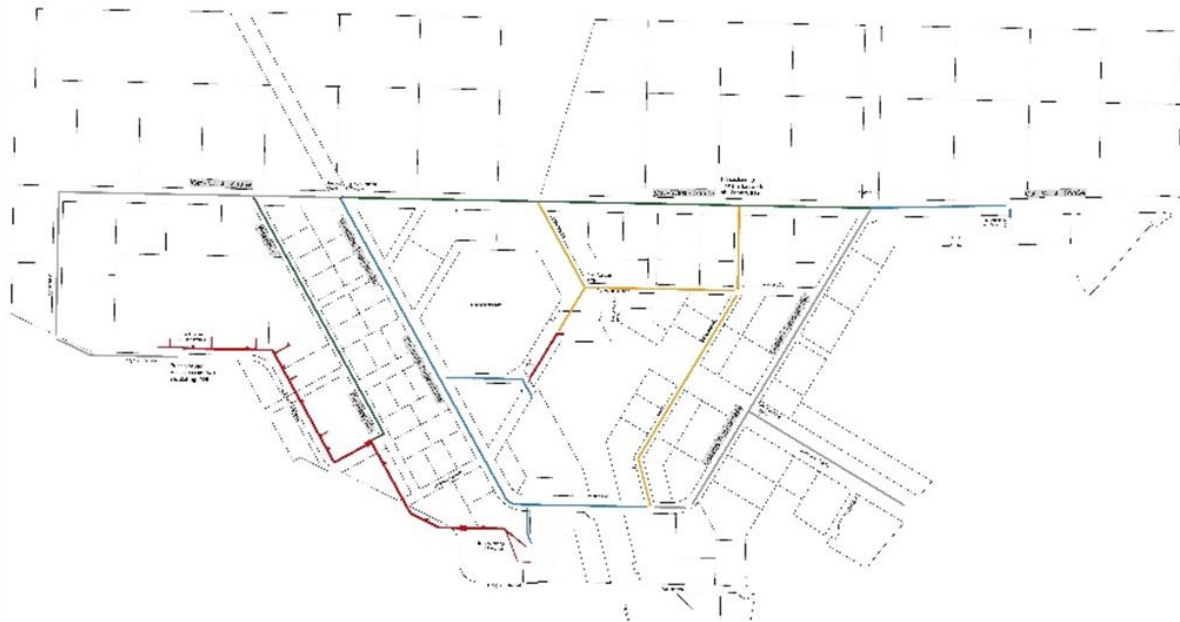
Das Infrastrukturkonzept von Berlin TXL umfasst u. a. einen Infrastruktursammelkanal „zur unterirdischen Führung aller leitungsgebundenen Medien in einem begehbaren Kanal, der modular entlang der Entwicklung des Standortes aufgebaut wird und hochflexibel auf sich veränderte Bedingungen reagiert, zur Kostensenkung und Verlängerung der Nutzungsdauer der Netze führt und dafür sorgt, dass Hauptverkehrsstraßen nicht mehr aufgedigelt werden müssen. [...] Umfangreiche Fachplanungen der technischen Infrastruktur (z. B. Low-Exergie-Konzept, Abfallwirtschaft, Infrastruktursammelkanal) sind bereits abgeschlossen oder befinden sich gerade in der Detailplanung (Regen-, Trink- und Schmutzwasser/Technische Sonderanlagen etc.)“ (SenStadtUm 2015, 3).

Die Ingenieurgesellschaft IGR AG plant im Auftrag der Tegel Projekt GmbH einen ISK auf der Grundlage des Masterplans von 2013 und bereits erfolgter Vorabstimmungen. In einem ersten Bauabschnitt ist die Errichtung eines 800 m langen, begehbaren Infrastrukturkanals vorgesehen, der bestehende Energie- und Infrastrukturkanäle einbindet und Flexibilität für zukünftige Erschließungen gewährleistet (IGR 2017, o. S.).

Nach dem Volksentscheid am 24.09.2017, bei dem sich 56,4 % der Berliner/-innen für den Weiterbetrieb des innerstädtischen Flughafens ausgesprochen und damit gegen die Schließungspläne der drei Gesellschafter Berlin, Brandenburg und Bund mehrheitlich votiert haben, ist bis dato nicht absehbar, ob der ISK weiter geplant wird.

Nach derzeitigem Kenntnisstand ist die Planung noch nicht weit genug fortgeschritten, um aus den Unterlagen Informationen und für das Forschungsprojekt Rückschlüsse ziehen zu können. Auch wurden bzw. werden auf absehbare Zeit keine förmlichen Verfahren zum ISK durchgeführt, die ausgewertet werden könnten.

**Abbildung 14 : Modular aufgebauter Infrastruktursammelkanal in Berlin TXL**



**Übersicht Bauabschnitte**

Bauabschnitt BA0	<span style="color: red;">■</span>	Gesamtlänge: 1.150 m
Bauabschnitt BA1	<span style="color: blue;">■</span>	Gesamtlänge: 1.500 m
Bauabschnitt BA2	<span style="color: green;">■</span>	Gesamtlänge: 1.550 m
Bauabschnitt BA3	<span style="color: orange;">■</span>	Gesamtlänge: 1.250 m
Bauabschnitt BA4	<span style="color: grey;">■</span>	Gesamtlänge: 2.150 m

**Übersicht Bauwerke**

Eck- und Verteilerbauwerk	675 m³
Anschlussbauwerk	200 m³
Erweiterung Dehnerbauwerk	750 m³
Ein- und Ausgang (Treppe)	

**Außenmaße**

L x B x H = 10,00 x 15,00 x 4,50 [m]
L x B x H = 4,00 x 12,00 x 4,50 [m]
L x B x H = 10,00 x 15,00 x 4,50 [m]
L x B x H = 5,00 x 5,00 x 3,00 [m] (Erweiterung Dehnerbauwerk)

© Tegel Projekt GmbH 2015

**NR. 05 KONSTANZ/THURGAU (BW)**

**Tabelle 26: Projekt-Steckbriefe für Seerhein Unterquerung von Konstanz-Stromeyersdorf (BW) nach UW-Tägerwilen (CH) (Nr. 5)**

Fallbeispiel-Nr. 5		Seerhein-Unterquerung Konstanz – UW Tägerwilen	
<b>1. Projektbeschreibung</b>			
Medien (Anzahl; integrativ oder additiv):	Betreiber:		
Datenkabel <sup>1</sup> (3 Leerrohre)	Stadtwerke Konstanz <sup>4</sup>		
110-kV-Seekabel <sup>3</sup> (3 Leerrohre <sup>1</sup> )	Stadtwerke Konstanz <sup>4</sup>		
Bauherr	Stadtwerke Konstanz <sup>3</sup>	Rohrbündel © Hanser	
Bauverfahren	Horizontalspülbohrtechnik; durchgehendes Gestänge <sup>1</sup>		

<b>Fallbeispiel-Nr. 5</b>		<b>Seerhein-Unterquerung Konstanz – UW Tägerwilen</b>	
Bauweise	geschlossen <sup>1</sup> ; Spülbohrung; um die Bohrlochstabilität zu gewährleisten, wurde eine komplexe Polymerspülung verwendet <sup>1</sup> ; Kanal wird mit einer Spüllösung aus Wasser und der Tonmischung Bentonit aufgeweitet <sup>3</sup>		
Material des Kanals/Rohrs	Polyethylen		
zusätzliche Baufläche bzw. -maßnahmen	Startbaugrube und Zielbaugrube		
Bündelungsinitiator			
<b>2. Räumliche Dimensionen</b>			
Verlegetiefe	Gesamttiefe: 45 m <sup>1</sup> ; 15 m unter Rheinsohle <sup>4</sup>		
Trassenbreite			
Trassenlänge	580 m <sup>4</sup>		
Durchmesser	Bohrloch: 0,65 m <sup>1</sup>		
Durchmesser einzelner Medien	Leerrohr 110-kV-Seekabel: 0,18 m (3 x DA180 PE-HD SDR11/Druckbelastbarkeit) <sup>1</sup>	Leerrohr Datenkabel: 0,09 m (3 x DA90 PE-HD) <sup>1</sup>	
<b>3. Zeitliche Dimension</b>			
Dauer Planung Leerrohre			
Verfahrensdauer			
Dauer des Baus der Leerrohre	ca. 2 Monate (1 Monat Bau, 1 Monat Restarbeiten der Baustelle) <sup>1</sup>		
Dauer Planung additiver Medien	110-kV-Seekabel:	Datenkabel:	
Verfahrensdauer additiver Medien	110-kV-Seekabel:	Datenkabel:	
Dauer des Baus additiver Medien	110-kV-Seekabel: 2 Monate <sup>6</sup>	Datenkabel: 2 Monate <sup>6</sup>	
<b>4. Ökologische Rahmenbedingungen</b>			
Raumlage umweltbezogene Raumeigenschaften	<ul style="list-style-type: none"> <li>• See und Fließgewässer<sup>5</sup></li> <li>• Gewässerschutzbereich<sup>5</sup></li> <li>• Landschaft- und Naturdenkmäler<sup>5</sup></li> <li>• Wasser- und Zugvogelreservate<sup>5</sup></li> <li>• Kantonale Schutzgebiete<sup>5</sup></li> <li>• Kommunale Schutzgebiete<sup>5</sup></li> </ul>		
<b>5. Rechtsrahmen</b>			
einschlägige Gesetze, Verordnungen u. ä.	<b>110-kV-Seekabel</b>	<b>Datenkabel</b>	
Planungs- bzw. Verfahrensart/en	vereinfachtes Plangenehmigungsverfahren; wasserrechtliche Genehmigung zur Querung des Seerheins <sup>5</sup>		
Umweltprüfungen	nein	nein	
Öffentlichkeitsbeteiligung (ja/nein; Zeitpunkt; Anzahl)	nein	nein	

<b>Fallbeispiel-Nr. 5</b>		<b>Seerhein-Unterquerung Konstanz – UW Tägerwilen</b>	
zulassungs- und planungsrechtliche Besonderheiten	Das Plangenehmigungsverfahren wird von der Schweizer Eidgenossenschaft eingeleitet.		
Bündelungsvorgaben			
<b>6. Akteure</b>			
Vorhabenseitig	Stadtwerke Konstanz, Näf und Partner Bauing. (Ch)		
Genehmigungs- bzw. Zulassungsbehörde/n	<b>110-kV-Seekabel</b>	<b>Datenkabel</b>	
Verfahrensbeteiligte			
<b>7. Verfügbarkeit von Daten bzw. Dokumenten</b>			
<b>7a) Liegen Daten bzw. Dokumente zum Projekt vor</b>			
<input type="checkbox"/> zu den Kosten	zu Umweltprüfungen:	<input checked="" type="checkbox"/> Planungsunterlagen	<input type="checkbox"/> zur Beteiligung (Behörden und/oder Öffentlichkeit; informell und/oder förmlich)
	<input type="checkbox"/> UVP		<input checked="" type="checkbox"/> zu Zulassungsentscheidungen (Bewilligung, Erlaubnis, Genehmigung, Planfeststellungsbeschluss und sonstige behördliche Entscheidungen über die Zulässigkeit von Vorhaben)
	<input type="checkbox"/> Eingriffsregelung		
	<input type="checkbox"/> Artenschutzprüfung		
	<input type="checkbox"/> FFH-VP		
	<input type="checkbox"/> andere:		
<input type="checkbox"/> sonstige:			
<b>7b) Liegen Daten zu einer nicht gebündelten Variantenlösung vor?</b>		<input type="checkbox"/> nein	<input checked="" type="checkbox"/> ja; Welche? Untersuchung zu einer zweiten Trassenvariante
<b>7c) Können Ansprechpartner für weitere Daten zu ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten des Projektes benannt werden?</b>			

<b>8. Kooperationsbereitschaft der Akteure</b> (Bewertung: sehr gut, gut, mittel, schlecht)				
Technik	Planung/Genehmigung	Umweltfolgen	Kosten	Sonstiges
	gut			

**9. Anmerkungen bzw. Fazit** (Empfehlungen, Besonderheiten u. ä.)

Die Startgrube liegt auf deutscher und die Zielgrube auf Schweizer Seite.<sup>1</sup> Es ist ein sehr kleines Vorhaben, in dem „nur“ ein Erdkabel mit Überwachungs-Datenkabel in einer Spülbohrung unter dem Seerhein in offener Bauweise eingezogen wird. Das vereinfachte Verfahren wird in Bezug auf die Bündelungsfragen nicht ergiebig sein.

<sup>1</sup>o. A. 2015a; <sup>2</sup>o. A. 2015b; <sup>3</sup>Freißmann 2014; <sup>4</sup>Wolf 2015; <sup>5</sup>Schweizerische Eidgenossenschaft 2013; <sup>6</sup>Stadtwerke Konstanz 2013

**NR. 10: DORTMUND, STEINSWEG (NW)**

Im Rahmen des Forschungsprojekts wurde zunächst auch der ab 2005 geplante, wenn auch aus finanziellen Erwägungen heraus nicht gebaute Infrastrukturkanal im Baugebiet Steinsweg in Dortmund-Oespel in den Blick genommen. Diese Planung war für das F+E-Projekt deshalb relevant, weil auch Hemmnisse, die einer Bündelung von unterirdischen Infrastrukturen entgegenstehen, untersucht werden sollten.

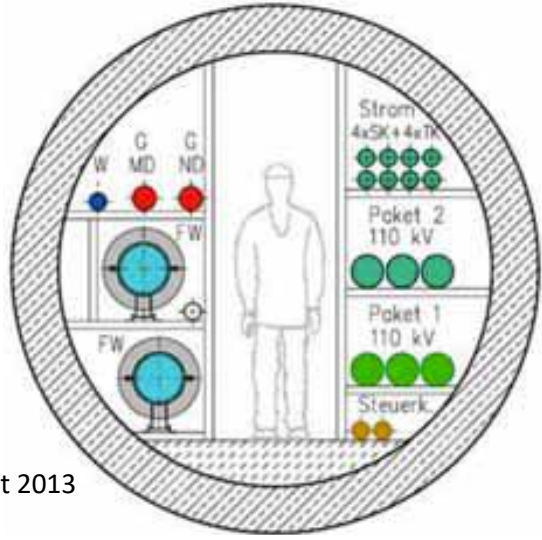
Weil die Archivierungsfrist bereits abgelaufen ist, können keine Unterlagen mehr zur Verfügung gestellt werden (Schmidt 2017a, E-Mail).

Als Gründe für das Scheitern des ISK, der aus senkrecht gestellten Hohlkörperdeckenplatten geplant wurde und kein begehbares Profil aufwies (siehe auch Punkt 3), werden genannt:

1. die sehr hohen Kosten der Dichtungselemente, die die einzelnen Betonsegmente miteinander verbinden und die extra angefertigt hätten werden müssen,
2. die Schwierigkeiten mit dem Versorger, Zugangsregelungen zu den Anlagen zu finden (was zudem auch den Kostenteilungsschlüssel betraf) sowie
3. die hohe Anzahl an Anschlüssen (Ver- und Entsorgung) im Neubaugebiet (reinem Wohngebiet), die über Sammelleitungen bis zu den Schächten hätten geführt werden müssen. An den Haltungen bestanden durch das „Hohlkörperdeckenprofil“ keine Anschlussmöglichkeiten (Schmidt 2017b, E-Mail).

**NR. 11 DÜSSELDORF, HEERDTER DREIECK (NW)**

**Tabelle 27: Projekt-Steckbrief für Düsseldorf, Heerdter Dreieck (Nr. 11)**

Fallbeispiel-Nr. 11	Gebündelte Infrastrukturen am Heerdter Dreieck in Düsseldorf (teilweise begehbar)	
<b>1. Projektbeschreibung</b>		
Medien (Anzahl; integrativ oder additiv):	Betreiber:	 <p>Wendt 2013</p>
Fernwärme <sup>1</sup> (1 Vor-, 1 Rücklauf)	Stadtwerke Düsseldorf	
110-kV-Strom (6 Kabel; 110 kV) <sup>1</sup>	?	
Telekommunikation (8 Leerrohre) <sup>1</sup>	?	
Gas (je 1 Gasmittel- und -niedrigdruckl.) <sup>1</sup>	?	
Wasser (1 Leitung) <sup>1</sup>	?	
Steuerkabel (2 Rohre) <sup>1</sup>	?	
Bauherr	Stadtwerke Düsseldorf <sup>1</sup>	
Bauverfahren	Schild-Rohrvortrieb mit einer mechanisch teilgestützten Ortsbrust (Haubenschild) in Verbindung mit dem Einsatz großformatiger Stahlbetonrohre <sup>2</sup>	
Bauweise (unterteilt in Abschnitte A, B, C, D, E)	A) nur Fernwärme (FW): offene oberflächennahe Bauweise (Ortsbrust), dann B) nur FW: abtauchend, geschlossene Bauweise (Infrastrukturkanal/ISK) zur Unterquerung der Rheinsohle, dann <b>C) FW + sukzessive Ergänzung weiterer Infrastrukturen: offene oberflächennahe Bauweise (Ortsbrust), dann</b> <b>D) ISK mit allen Infrastrukturen: zur Unterquerung 4-spurigen B7 (Autobahnquerschnitt), dann</b> E) hinter B7 wieder ansteigend in oberflächennahe offener Bauweise	
Material des Kanals/Rohrs	B) und D): 2 Hochleistungs-Stahlbetonrohre <sup>1</sup>	
zusätzliche Baufläche bzw. -maßnahmen		
Bündelungsinitiator		
<b>2. Räumliche Dimensionen</b>		
Verlegetiefen	A) offen: B) geschlossen: ca. 3,5 m unter Rheinsohle <sup>3,9</sup> C) offen:	

**Fallbeispiel-Nr. 11** **Gebündelte Infrastrukturen am Heerdt Dreieck in Düsseldorf (teilweise begehbar)**

Trassenbreiten	D) geschlossen/ISK: E) offen:						
	A):						
	B):						
	C):						
	D):						
	E):						
Trassenlängen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1,5 km Fernwärmeleitung vom KW Lausward über Rhein bis Düsseldorf-Heerdt<sup>4</sup></li> <li>• <b>Länge des ISK: 430 m, davon ca. 300 m unter Rhein<sup>5</sup></b></li> </ul>						
Durchmesser ISK	3,2 m Außendurchmesser <sup>1</sup>						
Durchmesser einzelner Medien (je Rohr)	<b>Fernwärme:</b>	<b>110 kV-Strom:</b>	<b>Telekom.:</b>	<b>Gas:</b>	<b>Wasser:</b>	<b>Steuerkabel:</b>	
	0,5 m <sup>5</sup>						

**3. Zeitliche Dimension**

Dauer Vorplanung ISK							
Verfahrensdauer ISK	Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben.						
Dauer des Baus ISK	6 6 6 6 Monate <sup>1</sup>						
Dauer Planung (additiver) Medien	<b>Fernwärme:</b>	<b>110 kV-Strom:</b>	<b>Telekom.:</b>	<b>Gas:</b>	<b>Wasser:</b>	<b>Steuerkabel:</b>	
Verfahrensdauer (additiver) Medien	<b>Fernwärme:</b>	<b>110 kV-Strom:</b>	<b>Telekom.:</b>	<b>Gas:</b>	<b>Wasser:</b>	<b>Steuerkabel:</b>	
Dauer des Baus (additiver) Medien	<b>Fernwärme:</b>	<b>110 kV-Strom:</b>	<b>Telekom.:</b>	<b>Gas:</b>	<b>Wasser:</b>	<b>Steuerkabel:</b>	

**4. Ökologische Rahmenbedingungen**

Raumlage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Industriegebiet, Kern- und Mischgebiet</li> <li>• Landschaftsschutzgebiet „LSG-Stadtgebiet Düsseldorf“<sup>7</sup></li> <li>• Rheinaue, Grünanlage<sup>6</sup></li> <li>• Gewässer<sup>1</sup></li> <li>• Verkehrsfläche<sup>1</sup></li> </ul>						
umweltbezogene Raumeigenschaften	<ul style="list-style-type: none"> <li>• maximaler Grundwasser-Stand knapp unterhalb Rohrsohle<sup>1</sup></li> <li>• GW-Schwankungen in Rheinnähe<sup>1</sup></li> <li>• Böden mit unterschiedlich konzentrierten Beimengungen (Bauschutt, Kohleresten, Aschen, Schlacken etc.)<sup>3</sup></li> </ul>						

**5. Rechtsrahmen**

	ISK	Fernwärme	110 kV	Telekom.	Gas	Wasser	Steuerk.
Welche Genehmigungen sind vorhanden? (z. B. Planfeststellungsbeschluss, fakultative Planfestst., straßenrechtl. Genehmigung)		Plangenehmigung für Rheinquerung <sup>9</sup> ;					
Könnten die Genehmigungen ggf. einge-sehen werden?	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein

**6. Akteure**

Vorhabenseitig	Stadtwerke Düsseldorf <sup>1</sup>
----------------	------------------------------------

<b>Fallbeispiel-Nr. 11</b>	<b>Gebündelte Infrastrukturen am Heerdtter Dreieck in Düsseldorf (teilweise begehbar)</b>						
Genehmigungs- bzw. Zulassungsbehörde/n	ISK	Fernwärme	110-kV	Telekom.	Gas	Wasser	Steuerk.
Verfahrensbeteiligte							

**7. Verfügbarkeit von Daten bzw. Dokumenten**

**7a) Liegen Daten bzw. Dokumente zum Projekt vor**

<input type="checkbox"/> zu den Kosten	zu Umweltprüfungen:	<input type="checkbox"/> Planungs-unterlagen	<input type="checkbox"/> zur Beteiligung (Behörden und/oder Öffentlichkeit; informell und/oder förmlich)	<input type="checkbox"/> zu Zulassungsentscheidungen (Bewilligung, Erlaubnis, Genehmigung, Planfeststellungsbeschluss und sonstige behördliche Entscheidungen über die Zulässigkeit von Vorhaben)
	<input type="checkbox"/> UVP			
	<input type="checkbox"/> Eingriffsregelung			
	<input type="checkbox"/> Artenschutzprüfung			
	<input type="checkbox"/> FFH-VP			
	<input type="checkbox"/> andere:			
<input type="checkbox"/> sonstige:				

**7b) Liegen Daten zu einer nicht gebündelten Variantenlösung vor?**

nein  ja; Welche?

**7c) Können Ansprechpartner für weitere Daten zu ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten des Projektes benannt werden?**

**8. Kooperationsbereitschaft der Akteure** (Bewertung: sehr gut, gut, mittel, schlecht)

Technik	Planung/Genehmigung	Umweltfolgen	Kosten	Sonstiges
SWD Hr. Schneider: schlecht				

**9. Anmerkungen bzw. Fazit** (Empfehlungen, Besonderheiten u. ä.)

Es wurden 8 Varianten (4 offene und 4 geschlossene) entwickelt und anhand einer Entscheidungsmatrix unter Berücksichtigung von Kriterien die bestmögliche Bauverfahren abgeleitet.<sup>1</sup>

Die Bündelung von Infrastrukturen beginnt erst mit Abschnitt C. Der ISK unter der Autobahn hindurch ist ca. 80 m.<sup>9</sup>

In 12/2012 ist im Deichkörper am Heerdtter Krankenhaus ein mehrere Meter tiefes Loch entstanden. Die Ursache wird in der mit einem Stahlschutzrohr durchgeführten Durchpressung des Deiches gesehen, die für die Verlegung der Fernwärmeleitung vorgenommen wurde.<sup>10</sup>

Herr Schneider hat mehrfach telefonisch zugesagt, den Steckbrief-Entwurf, der auf einer Desktop-Recherche basiert, zu prüfen und zurückzusenden. Das ist bis dato nicht erfolgt.

<sup>1</sup>Wendt 2013; <sup>2</sup>Berger 2014; <sup>3</sup>Brockhoff 2012; <sup>4</sup>Lanze 2012; <sup>5</sup>SWD o. J.; <sup>6</sup>Willner & Brockhoff 2012; <sup>7</sup>BfN 2014; <sup>8</sup>Schneider 2012; <sup>9</sup>Schneider 2017; <sup>10</sup>Abrahams 2013

**Nr. 12 KÖLN, RHEINDÜKER (NW)**

**Tabelle 28: Projekt-Steckbrief für Köln, Rheindüker (Nr. 12)**

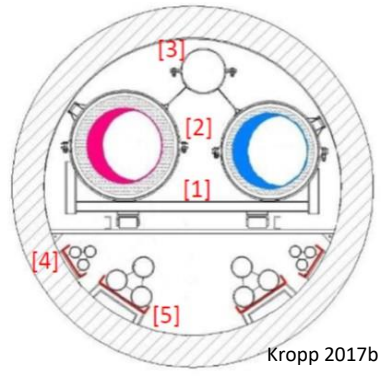
<b>Fallbeispiel-Nr. 12</b>	<b>Rheindüker Köln (nicht begehbar)</b>	
<b>1. Projektbeschreibung</b>		
Medien (Anzahl; integrativ oder additiv):	Betreiber:	
Fernwärmeleitung (1 Vor- u. 1 Rücklaufleitung; integrativ) <sup>2</sup>	RheinEnergie <sup>1</sup>	
HD-Gasleitung (2 Rohre; integrativ) <sup>5</sup>		



**Fallbeispiel-Nr. 12 Rheindüker Köln (nicht begehbar)**

Glasfaserkabel  
(4 Leerrohrsysteme;  
integrativ)<sup>1</sup>

110-kV-Erdkabel  
(2 Systeme, 6 VPE-  
Kabel in Leerrohren;  
integrativ)<sup>1</sup>



- [1] Transportwagen
- [2] Fernwärmerohre
- [3] Gasleitungen
- [4] Glasfaserkabel
- [5] 110 kV-Erdkabel

Bauherr	RheinEnergie <sup>1</sup>
Bauverfahren	geschlossen; Rohrvortrieb unter dem Flussbett des Rheins (Mehrspartendüker) <sup>1</sup>
Bauweise	hintereinander montierte Stahlbetonrohrstücke (158 Stück; 4,00 m lang; 0,3 m dick) <sup>2</sup>
Material des Kanals/Rohrs	Stahlbeton <sup>2</sup>
zusätzliche Baufläche bzw. -maßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Startbaugrube lichtetes Maß L x B x T: 20,5 x 8,0 x 10,7 m<sup>6</sup></li> <li>• Zielbaugrube (kreisrund mit 11 m Durchmesser und 22 m lichter Tiefe)<sup>1</sup></li> </ul>
Bündelungsinitiator	RheinEnergie AG <sup>6</sup>

**2. Räumliche Dimensionen**

Verlegetiefe	Düker: 10-30 m unter EOK <sup>1</sup>			
Trassenbreite	ca. 5,0 m <sup>1</sup>			
Trassenlänge	Düker: 645 m <sup>1</sup>			
Durchmesser ISK	3,4 m <sup>2</sup>			
Durchmesser einzelner Medien	Fernwärme (je Rohr): 1,0 m Vorlauf und 0,9 m Rücklauf <sup>6</sup>	Gas (je Rohr): 0,4 m	Telekom. (je Leerrohr): 0,1 m <sup>6</sup>	Strom (je Leerrohr): 0,18 m <sup>6</sup>

**3. Zeitliche Dimension**

Dauer Planung ISK	11 Monate (Leistungsphase 1 bis einschließlich Leistungsphase 3) <sup>6</sup>			
Verfahrensdauer ISK	4 Monate <sup>3</sup>			
Dauer des Baus ISK	7,5 Monate <sup>2</sup>			
Dauer Planung (additiver) Medien	Fernwärmeleitung: 11 Monate (parallel zur Planung ISK) <sup>6</sup>	HD-Gasleitung: 11 Monate (parallel zur Planung ISK) <sup>6</sup>	Glasfaserkabel: 11 Monate (parallel zur Planung ISK) <sup>6</sup>	Erdkabel: 11 Monate (parallel zur Planung ISK) <sup>6</sup>
Verfahrensdauer (additiver) Medien	Fernwärmeleitung: 4 Monate <sup>6</sup>	HD-Gasleitung: 4 Monate <sup>6</sup>	Glasfaserkabel: 4 Monate <sup>6</sup>	Erdkabel: 4 Monate <sup>6</sup>
Dauer des Baus (additiver) Medien	Fernwärmeleitung: ca. 7 Monate <sup>6</sup>	HD-Gasleitung: ca. 7 Monate (parallel mit FW) <sup>6</sup>	Glasfaserkabel (Leerrohrsysteme): ca. 3,5 Monate <sup>6</sup>	Erdkabel: ca. 3,5 Monate <sup>6</sup>

**4. Ökologische Rahmenbedingungen**

Raumlage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• unter Flussbett<sup>2</sup>, Überschwemmungsgebiet<sup>3</sup></li> <li>• innerstädtischer Siedlungsbereich<sup>4</sup></li> <li>• unter sensiblen Versorgungsleitungen und Straßenanlagen<sup>2</sup></li> </ul>
umweltbezogene Raumeigenschaften	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trasse größtenteils im Grundwasser<sup>1</sup>, hohe Bemessungswasserstände<sup>2</sup></li> <li>• Aue<sup>4</sup></li> <li>• quartäre Kiese und tertiäre Sande<sup>2</sup></li> </ul>

**Fallbeispiel-Nr. 12 Rheindüker Köln (nicht begehbar)**

**5. Rechtsrahmen**

**Fernwärmeleitung:**

Welche Zulassungsentscheidung liegt für die Fernwärmeleitung vor?

- eine Zulassungsentscheidung der Bezirksregierung Köln Anhang z. Konzessionsvertrag<sup>6</sup> |  eine Einzelgenehmigung einer Naturschutzbehörde (welche?) |  eine Einzelgenehmigung einer Wasserbehörde (welche?)

**HD-Gasleitung:**

Liegt eine Zulassungsentscheidung der Bezirksregierung Arnsberg vor? **Konzessionsvertrag<sup>6</sup>**

- ja |  nein<sup>6</sup>

**110-kV-Erdkabel:**

Welche Zulassungsentscheidung liegt für das 110-kV-Erdkabel vor? **Konzessionsvertrag<sup>6</sup>**

- eine Zulassungsentscheidung der Bezirksregierung Köln |  eine Einzelgenehmigung  
Wenn zutreffend: Von welcher Behörde?

**6. Akteure**

Vorhabenseitig	RheinEnergie			
Genehmigungs- bzw. Zulassungsbehörde/n	Düker Bezirksregierung Köln <sup>6</sup>	Fernwärme Konzessionsvertrag <sup>6</sup>	HD-Gasleitung Konzessionsvertrag <sup>6</sup>	110-kV Erdkabel Konzessionsvertrag <sup>6</sup>
Verfahrensbeteiligte				

**7. Verfügbarkeit von Daten bzw. Dokumenten**

**7.a) Liegen Daten bzw. Dokumente zum Projekt vor**

- zu den Kosten<sup>6</sup> | zu Umweltprüfungen:  UVP |  Eingriffsregelung |  Artenschutzprüfung |  FFH-Verträglichkeitsp. |  andere: |  Planungsunterlagen<sup>6</sup> |  zur Beteiligung<sup>6</sup> (Behörden und/oder Öffentlichkeit; informell und/oder förmlich) |  zu Zulassungsentscheidungen (Bevolligung, Erlaubnis, Genehmigung, Planfeststellungsbeschluss und sonstige behördliche Entscheidungen über die Zulässigkeit von Vorhaben)

sonstige:

- 7.b) Liegen Daten zu einer nicht gebündelten Variantenlösung vor?** |  nein<sup>6</sup> |  ja; Welche?

**7.c) Können Ansprechpartner für weitere Daten zu ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten des Projektes benannt werden?**

**8. Kooperationsbereitschaft der Akteure** (Bewertung: sehr gut, gut, mittel, schlecht)

Technik	Planung/Genehmig.	Umweltfolgen	Kosten	Sonstiges
sehr gut	sehr gut			

**9. Anmerkungen bzw. Fazit** (Empfehlungen, Besonderheiten u. ä.)

Der Bau der Fernwärme-Transportleitung wird aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) gefördert.<sup>1</sup>

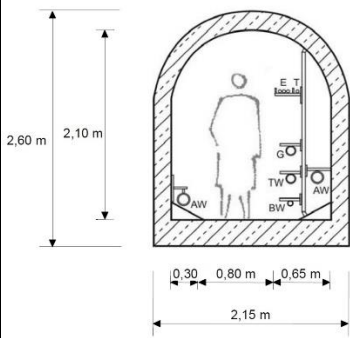

Der alte Rheindüker wird seit ca. 30 Jahren begehbar gehalten, was mit zusätzlichen Kosten verbunden ist. Bis dato wäre dies aus technischen Gründen jedoch nicht erforderlich gewesen. Der neue ISK wurde deshalb aus Kostengründen nach Einzug der Rohre verfüllt.

Der Projektleiter, Herr Kropp (RheinEnergie), ist sehr kooperativ.

<sup>1</sup>Wiesmann & Kropp 2017; <sup>2</sup>Kropp & Trosdorff 2015; <sup>3</sup>Kropp 2017a; <sup>4</sup>RheinEnergie AG 2015a; <sup>5</sup>RheinEnergie AG 2015b; <sup>6</sup>Kropp 2017b

**Nr. 16 SPEYER, RHEINUFER NORD (RP)**

**Tabelle 29: Projekt-Steckbrief für Speyer, Rheinufer Nord (Nr. 16)**

Fallbeispiel-Nr.		Neubaugebiet Rheinufer Nord (Rheinpark) Speyer (begehrbar)					
<b>1. Projektbeschreibung</b>							
Medien (Anzahl; integrativ oder additiv):	Betreiber:						
Gas DN 114,3 <sup>1</sup>							
Trinkwasser DN 110 <sup>1</sup>		IFB 2013					
Brauchwasser DN 150, vorgerüstet <sup>1</sup>							
Abwasser							
Mittelspannung <sup>1</sup>							
Telekommunikation, TV und Internet <sup>1</sup>							
Bauherr	ISK: Stadtwerke Speyer (Eigentümer) <sup>2</sup> ; Träger der Erschließung: ARGE Rheinufer-Nord (Fa. Dupré Projektentwicklung GmbH & Co KG, Stadtwerke Speyer und Fa. POET)						
Bauverfahren	ISK: bewehrungsfrei durch eine hydraulisch betätigte Schalungsmaschine aus Stahl <sup>1</sup>						
Bauweise	offen; Gewölbe-ISK <sup>1</sup> ; monolithisch Faserortbetontunnel <sup>1</sup>						
Material des Kanals/Rohrs	ISK: (Polypropylen)Faserortbeton – punktuelle Bewehrung (konstruktiv) <sup>1</sup>						
zusätzliche Baufläche bzw. -maßnahmen							
Bündelungsinitiator	Herr Dupré						
<b>2. Räumliche Dimensionen</b>							
Verlegetiefe	ISK: die Überschüttung des Bauwerks erfolgte später <sup>4</sup>						
Trassenbreite	ISK: etwa 4,00 m <sup>5</sup>						
Trassenlänge	315 m (beide Bauabschnitte) <sup>1</sup>						
Durchmesser ISK	Gesamthöhe außen: 2,60 m; Gesamthöhe innen: 2,10 m; Gesamtbreite außen: 2,15 m; Gesamtbreite innen: 1,75 m; Breite Bediengang: 0,80 m <sup>1</sup>						
Durchmesser einzelner Medien							
<b>3. Zeitliche Dimension</b>							
Dauer Vorplanung ISK							
Verfahrensdauer ISK							
Dauer des Baus ISK							
Dauer Vorplanung (additiver) Medien	Gas:	Trinkwasser:	Brauchw.:	Abwasser:	Strom:	Telek. etc.:	
Verfahrensdauer (additiver) Medien	Gas:	Trinkw.:	Brauchw.:	Abwasser:	Strom:	Telek. etc.:	
Dauer des Baus additiver Medien	Gas:	Trinkw.:	Brauchw.:	Abwasser:	Strom:	Telek. etc.:	
<b>4. Ökologische Rahmenbedingungen</b>							
Raumlage	<ul style="list-style-type: none"> <li>Neubaugebiet<sup>1</sup></li> </ul>						

Fallbeispiel-Nr.	Neubaugebiet Rheinufer Nord (Rheinpark) Speyer (begebar)			
umweltbezogene Raumeigenschaften	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hochwassergefährdeter Bereich<sup>2</sup></li> <li>• ehemalige Industriebrache<sup>3</sup></li> <li>• hohes Grundwasser<sup>1</sup></li> <li>• hohe Vorbelastungen (Versiegelung, Altablagerungen, Immissionen etc.)<sup>2</sup></li> </ul>			
5. Rechtsrahmen				
einschlägige Gesetze, Verordnungen u. ä. Planungs- bzw. Verfahrensart/en Umweltprüfungen Öffentlichkeitsbeteiligung (ja/nein; Zeitpunkt; Anzahl) zulassungs- und planungsrechtliche Besonderheiten Bündelungsvorgaben	Medium	Medium	Medium	Medium
6. Akteure				
Vorhabenseitig Genehmigungs- bzw. Zulassungsbehörde/n Verfahrensbeteiligte	Stadtwerke Speyer, Firma Dupré, Stadtplanungsamt Speyer <sup>2</sup>			
	Medium	Medium	Medium	Medium
7. Verfügbarkeit von Daten bzw. Dokumenten				
7a) Liegen Daten bzw. Dokumente zum Projekt vor				
<input checked="" type="checkbox"/> zu den Kosten (Baukosten) ca. 500 €/m <sup>1</sup>  <input type="checkbox"/> sonstige:	zu Umweltprüfungen: <input type="checkbox"/> UVP <input type="checkbox"/> Eingriffsregelung <input type="checkbox"/> Artenschutzprüfung <input type="checkbox"/> FFH-VP <input type="checkbox"/> andere:	<input type="checkbox"/> Planungsunterlagen	<input type="checkbox"/> zur Beteiligung (Behörden und/oder Öffentlichkeit; informell und/oder förmlich)	<input type="checkbox"/> zu Zulassungsentscheidungen (Bewilligung, Erlaubnis, Genehmigung, Planfeststellungsbeschluss und sonstige behördliche Entscheidungen über die Zulässigkeit von Vorhaben)
7b) Liegen Daten zu einer nicht gebündelten Variantenlösung vor?	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja; Welche?		
7c) Können Ansprechpartner für weitere Daten zu ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten des Projektes benannt werden?				
8. Kooperationsbereitschaft der Akteure (Bewertung: sehr gut, gut, mittel, schlecht)				
Technik schlecht	Planung/Genehmigung schlecht	Umweltfolgen	Kosten	Sonstiges
9. Anmerkungen bzw. Fazit (Empfehlungen, Besonderheiten u. ä.)				
Projektpartner für den 1. Bauabschnitt dieses Projektes waren das Bauforum Rheinland-Pfalz, der Zentralverband des Deutschen Baugewerbes, der Baugewerbeverband Rheinland-Pfalz, die EnergieEffizienzAgentur E2A, die VHV-Versicherungen, die Bundesstiftung Umwelt sowie der Bundesverband der Deutschen Zementindustrie. <sup>1</sup> 2005 mit dem Innovationspreis Rheinland-Pfalz ausgezeichnet. <sup>3</sup>				

<sup>1</sup>IFB 2013; <sup>2</sup>Stadtverwaltung Speyer 2005, <sup>3</sup>Stadt Speyer 2013; <sup>4</sup>Dupré 2007; <sup>5</sup>GFN et al. 2009

**Nr. 21 MARKKLEEBERG, WACHAU-NORD (SN)**

**Tabelle 30: Projekt-Steckbrief für Markkleeberg, Wachau-Nord (Nr. 21)**

<b>Fallbeispiel-Nr. 21</b>		<b>Infrastrukturkanal Wachau (begehbar)</b>				
<b>1. Projektbeschreibung</b>						
Medien (Anzahl; integrativ oder additiv):	Betreiber:		<p><b>1.5 Versorgungsflächen</b> (§ 9 Abs. 1 Nr. 12 und Abs. 6 BauGB)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fläche für Versorgungsanlagen</li> <li>Zweckbestimmung:</li> <li>Energieversorgung</li> <li>Gasversorgung</li> <li>Fernwärmeversorgung</li> <li>Wasserversorgung</li> <li>Infrastrukturkanal</li> </ul>			
Telekommunikation <sup>1</sup>	Deutsche Telekom AG <sup>2</sup>					
Breitbandtechnologie <sup>1</sup>	Deutsche Telekom AG, Envia Tel GmbH <sup>7</sup>					
Wasser (DN 100 und 200) <sup>2</sup>	Kommunale Wasserwerke Leipzig <sup>5</sup>					
Abwasser <sup>1</sup> (DN 250 bzw. DN 300; 2x DN 100) <sup>2</sup>	Kommunale Wasserwerke Leipzig <sup>5</sup>					
Strom <sup>1</sup> (1 kV- u. 20 kV-Kabel/Mittel- u. Niederspannung) <sup>2</sup>	envia Mitteldeutsche Energie AG <sup>2</sup>					
Fernwärme <sup>1</sup>	Wärmeversorgung Wachau <sup>7</sup>					
Bauherr ISK	EGW Entwicklungsgesellschaft für Gewerbe und Wohnen mbH <sup>2</sup>					
Bauverfahren ISK	Erd-/Grundbau, Montage Wellstahlsegmente und ISK-Ausrüstung, z. T. Betonausbau <sup>7</sup>					
Bauweise ISK	offen <sup>7</sup>					
Material des Kanals	Wellstahlrohr <sup>6</sup> , Wellstahlsegmente <sup>7</sup>					
zusätzliche Baufläche bzw. -maßnahmen	Zuwegung, Primäerschließung <sup>7</sup>					
Bündelungsinitiator	Eingriffsminimierung bei schrittweiser Flächenerschließung im Ansiedlungszeitraum <sup>7</sup>					
<b>2. Räumliche Dimensionen</b>						
Verlegetiefe ISK	ca. 3,20 m bis 3,80 m (UKS bis OFG) <sup>7</sup>					
Trassenbreite ISK	ca. 7,00 m, größtenteils gebösch <sup>7</sup>					
Trassenlänge ISK	3.110 m <sup>5</sup> zzgl. 1.200 m Anschlusskanäle <sup>7</sup>					
Durchmesser ISK	2,77 m (DN2770) <sup>5</sup>					
Durchmesser einzelner Medien	<b>Telekomm.:</b> Kupfer- und Glasfaser div. Kabelarten <sup>7</sup>	<b>Breitband:</b> Glasfaser <sup>7</sup>	<b>Wasser:</b> DN 250 <sup>7</sup>	<b>Abwasser:</b> DN 150 - DN 350 <sup>7</sup>	<b>Strom:</b> NS- und MS-Kabel <sup>7</sup>	<b>Fernwärme:</b> 2 x DN 100 - DN 250 <sup>7</sup>
<b>3. Zeitliche Dimension</b>						
Dauer Planung ISK	ca. 15 Monate <sup>7</sup>					
Verfahrensdauer ISK	ca. 24 Monate (von Vermessung bis Erstanchluss) <sup>7</sup>					
Dauer des Baus ISK	22 Monate <sup>5</sup>					
Dauer Planung (additiver) Medien	<b>Telekomm.:</b>	<b>Breitband:</b>	<b>Wasser:</b>	<b>Abwasser:</b>	<b>Strom:</b>	<b>Fernwärme:</b>

Fallbeispiel-Nr. 21	Infrastrukturkanal Wachau (begebar)					
Verfahrensdauer (additiver) Medien	Telekomm.:	Breitband:	Wasser:	Abwasser:	Strom:	Fernwärme:
Dauer des Baus (additiver) Medien	Telekomm.:	Breitband:	Wasser:	Abwasser:	Strom:	Fernwärme:

**4. Ökologische Rahmenbedingungen**

Raumlage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gewerbegebiet<sup>2</sup></li> <li>• Fernwärmevorranggebiet<sup>2</sup></li> </ul>
umweltbezogene Raumeigenschaften	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gewerbegebietserschließung mit ökologischen Prämissen, Regenwasserbewirtschaftung und striktes Trennsystem<sup>7</sup></li> </ul>

**5. Rechtsrahmen**

	ISK	Telekomm.	Breitband	Wasser	Abwasser	Strom	Fernwärme
Waren Genehmigungen erforderlich und wenn ja: Welche Genehmigungen sind vorhanden?	<input type="checkbox"/> nein <input checked="" type="checkbox"/> ja: TÜV <sup>7</sup>	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja: ...	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja: ...	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja: ...	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja: ...	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja: ...	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja: ...
Könnten die Genehmigungen ggf. einge- sehen werden?	<input checked="" type="checkbox"/> ja <sup>7</sup> <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein

**6. Akteure**

Vorhabenseitig	EGW Entwicklungsgesellschaft für Gewerbe und Wohnen mbH						
Genehmigungs- bzw. Zulassungsbehörde/n	ISK	Telekomm.	Breitband	Wasser	Abwasser	Strom	Fernwärme
	TÜV Rheinland <sup>7</sup>						
Verfahrensbeteiligte	Stadtverwaltung Marktleeburg, Landesdirektion, anliegende Gemeinden <sup>7</sup>						

**7. Verfügbarkeit von Daten bzw. Dokumenten**

**7a) Liegen Daten bzw. Dokumente zum Projekt vor**

<input checked="" type="checkbox"/> zu den Kosten Baupreis 1992 (zur Einsicht) <sup>7</sup>	zu Umweltprüfungen: <sup>7</sup> <input type="checkbox"/> UVP <input checked="" type="checkbox"/> Eingriffsregelung <input checked="" type="checkbox"/> Artenschutzprüfung <input type="checkbox"/> FFH-VP <input checked="" type="checkbox"/> andere: im Zuge B-Plan	<input checked="" type="checkbox"/> Planungsunterlagen (im Zuge B-Plan Gewerbegebiet Wachau-Nord) <sup>7</sup>	<input checked="" type="checkbox"/> zur Beteiligung <sup>7</sup> (Behörden und/oder Öffentlichkeit; informell und/oder förmlich)	<input checked="" type="checkbox"/> zu Zulassungsentscheidungen <sup>7</sup> (Bewilligung, Erlaubnis, Genehmigung, Planfeststellungsbeschluss und sonstige behördliche Entscheidungen über die Zulässigkeit von Vorhaben) im Zuge B-Plan Genehmigung <sup>7</sup>
<input type="checkbox"/> sonstige:				

**7b) Liegen Daten zu einer nicht gebündelten Variantenlösung vor?**  nein  ja; Welche? liegen gegenwärtig nicht vor<sup>7</sup>

**7c) Können Ansprechpartner für weitere Daten zu ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten des Projektes benannt werden?**

- Herr Mann (EGW Wachau) zum Spektrum der Vorteile/wirtsch. Nutzen bei einer schrittweisen Firmenansiedlung und Änderungen im Medienbedarf über 25 Jahre sowie perspektivische Erweiterung des ISK<sup>7</sup>
- Herr Reim (GIBA mbH) zur Wirtschaftlichkeit, zur Sicherheit und effizienten Ausbau des ISK-Netzes<sup>7</sup>
- Herr Laistner zur Erschließungs- und Bebauungsplanung<sup>7</sup>

**8. Kooperationsbereitschaft der Akteure** (Bewertung: sehr gut, gut, mittel, schlecht)

Technik	Planung/Genehmigung sehr gut	Umweltfolgen	Kosten gut	Sonstiges IBV
---------	---------------------------------	--------------	---------------	------------------

**Fallbeispiel-Nr. 21** | **Infrastrukturkanal Wachau (begehbar)**

**9. Anmerkungen bzw. Fazit** (Empfehlungen, Besonderheiten u. ä.)

„Alle Leitungen der technischen Infrastruktur sind im Bereich der öffentlichen Verkehrsflächen in einem Infrastrukturkanal zu verlegen. Gesonderte Leitungsführungen durch das Plangebiet, auch durch öffentliche Ver- und Entsorgungsunternehmen, sind nicht zulässig. Die Grundstücke sind ausschließlich über die hierfür vorgesehenen Anschlussstutzen zu versorgen.“<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Stadt Markkleeberg 2017; <sup>2</sup>Stadt Markkleeberg 2005a; <sup>3</sup>Stadt Markkleeberg 2005b; <sup>4</sup>Markkleeberg 2005c;

<sup>5</sup>Laistner 1996; <sup>6</sup>Dupré 2014; <sup>7</sup>Reim & Mann 2017

## B Anhang 2: Workshop KNE - Dokumentation zum Expert\*innenworkshop

### B.1 Ziel des Workshops

Am 14. November 2018 fand der Expert\*innenworkshop zum Thema „Vergleich der Nachhaltigkeit gebündelter und ungebündelter Infrastrukturvorhaben am Beispiel des Regionalen Verbundsystems Westeifel“ im Rahmen des INTEGRIS-Projektes statt. Kernthema des Workshops war die Frage, ob die These untermauert werden kann, dass gebündelte Infrastrukturvorhaben geringere Wirkungen auf die Umwelt ausüben als eine identische Anzahl von Vorhaben in der Einzelverlegung.

Ziel des Workshops war es, sich der Frage aus der umweltplanerischen, ingenieurwissenschaftlichen und der rechtlichen Perspektive anzunähern und in drei themenbezogenen Diskussionsrunden zu erörtern, um von den Erfahrungen der Expert\*innen in den Bereichen ökologische, rechtliche und sozioökonomische Wirkungen und Rahmenbedingungen aus dem Regionalen Verbundsystem Westeifel zu lernen. Grundlage bildeten die spezifischen technischen und planerischen Bedingungen des Verbundprojektes.

Für die Ermittlung zur Gestaltung umweltschonenderer Lösungen ist es von Relevanz, die übertragbaren Wirkungen und Rahmenbedingungen aller Themengebiete auf (künftige) Verfahren herauszuarbeiten und diese in der weiteren Projektarbeit einzubinden. Dafür wurde in einem kreativen Teil des Workshops gemeinsam mit den Expert\*innen über mögliche Infrastrukturen der Zukunft diskutiert.

### B.2 Rahmen

Der Workshop ist Teil von AP 2.

Die Agenda sah neben der allgemeinen Einführung und Projektvorstellung vier Expert\*innenrunden zu Fachthemen vor, die um eine Gruppenarbeit zu Infrastrukturen der Zukunft ergänzt wurden.

09:30 Uhr	Begrüßung, Auftakt sowie kurze Vorstellung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer
09:45 Uhr	Einordnung des Projektes INTEGRIS in die Projektfamilie zu Infrastrukturen des Umweltressorts (UBA) und Kurzvorstellung von INTEGRIS - Motivation, Ziele und erste Ergebnisse (ISI)
10:00 Uhr	Vorstellung der Kommunalen Netze Eifel (KNE) zum Planungsstand des „Regionalen Verbundsystems Westeifel“ (KNE)
10:15 Uhr	Vorstellung des Untersuchungs- und Bewertungsansatzes zu den Umweltwirkungen von gebündelten vs. ungebündelten Infrastrukturvorhaben (B&P)
10:30 Uhr	Kaffeepause
10:45 Uhr	1. Runde: Vorstellung und Evaluierung der Analyse Umweltwirkungen des integrierten Planungs- und Zulassungsverfahrens „Regionales Verbundsystem Westeifel“ und Diskussion der Vorgehensweise des Vergleichs mit Einzelsystemen (B&P)
12:15 Uhr	Mittagspause



13:00 Uhr	2. Runde: Rechtliche Rahmenbedingungen (Stiftung Umweltenergierecht)
14:00 Uhr	3. Runde: Soziale und ökonomische Wirkungen sowie zukünftige Entwicklungen (ISI)
15:00 Uhr	Kaffeepause
15:15 Uhr	Ein Blick in die Zukunft: Wir schreiben das Jahr 2050...
15:00 Uhr	Ausblick und Abschluss
16:30 Uhr	Ende

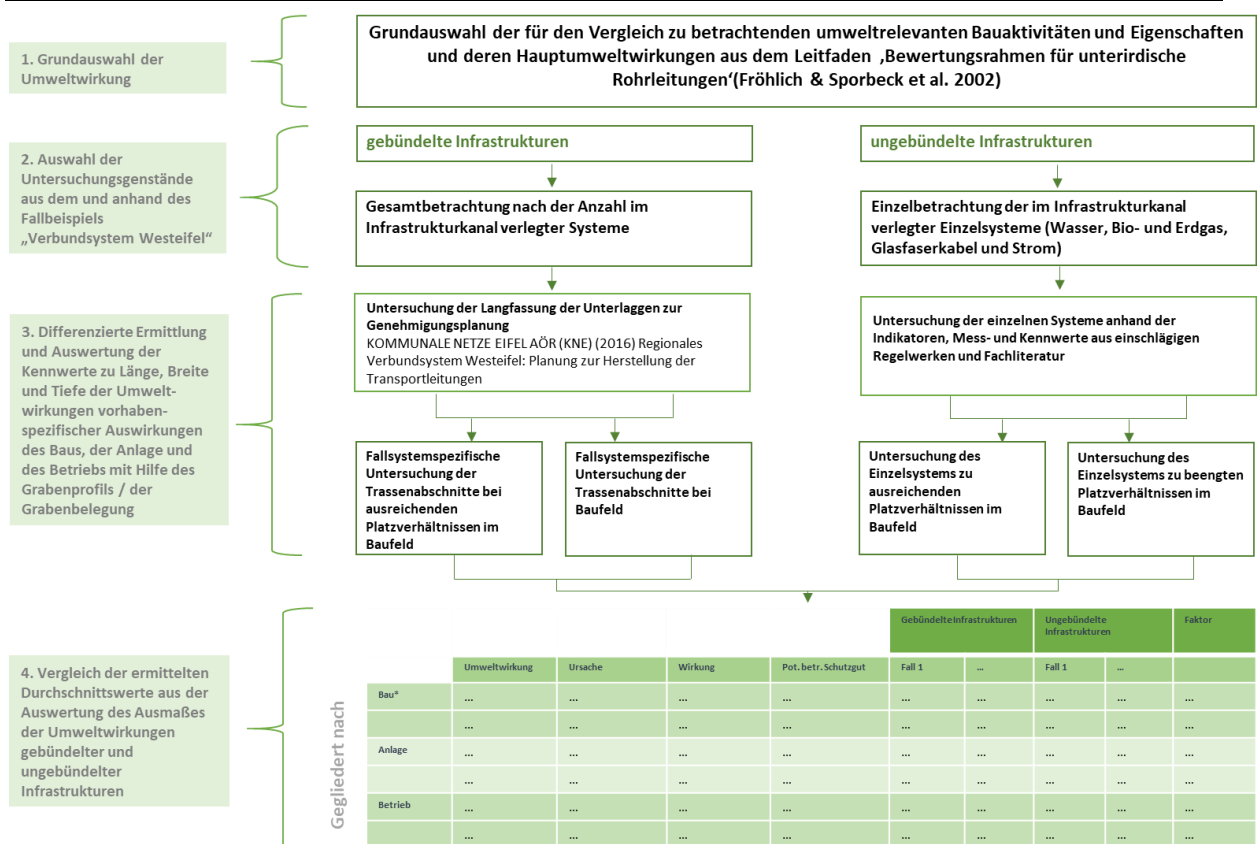
### B.3 Diskussionsrunde 1: Umweltwirkungen

#### VORBEREITUNG

Zur Vorbereitung der 1. Expert\*innenrunde zur Evaluierung der vorgesehenen Analyse der Umweltwirkungen im Vergleich gebündelter und ungebündelter Infrastrukturen wurde die vorge-sehene Methodik dezidiert vorbereitet und als Diskussionsgrundlage vor dem Workshop an die Teilnehmer\*innen verschickt.

Die Analyse sieht eine Ermittlung der zu bilanzierenden Umweltwirkungen gebündelter und ungebündelter Infrastrukturen in vier Schritten vor (vgl. Abbildung 15).

**Abbildung 15: Analyseraster zur vergleichenden Bilanzierung der Umweltwirkungen gebündelter und ungebündelter Infrastrukturen**



\* Keine Unterscheidung zwischen Herstellung und Rückbau

Im Schritt 1 wurden die für den Vergleich zu betrachtenden umweltrelevanten Bauaktivitäten und Vorhabenmerkmale entsprechend des Leitfadens „Bewertungsrahmen für unterirdische Rohrleitungen“ (Fröhlich & Sporbeck et al. 2002) unterschieden in Bau, Anlage und Betrieb. Die damit verbundenen Umweltwirkungen wurden dann so ausgewählt, dass sie für einen raumunabhängigen Vergleich von gebündelten und ungebündelten Infrastrukturen nutzbar sind. Darauf aufbauend wurden dann Indikatoren, Mess- und Kennwerte festgelegt, anhand derer das Ausmaß der Wirkungen verglichen werden kann. Bezogen auf das „Verbundsystem Westeifel“ wurden die Vergleichswerte aus den Antragsunterlagen und bezogen auf die Einzelvorhaben die zu vergleichenden Werte aus Regelwerken oder der Fachliteratur entnommen.

Dazu wurden im 2. Schritt vier spezifische Untersuchungsprofile aus den Antragsunterlagen der Kommunalen Netze Eifel zum Fallbeispiel „Verbundsystem Westeifel“ ausgewählt (IGR & Dr. Pecher AG 2016a), die sich im Hinblick auf Typ des Leitungssystems, Anzahl verlegter Leitungssysteme im Infrastrukturkanal und ihre Verlegekonstellation unterscheiden. Ziel ist es, durch die Gesamtbetrachtung verschiedener fallsystemspezifischer Untersuchungen eine möglichst große Bandbreite der möglichen Ausmaße der Umweltwirkungen abzubilden. In Tabelle 31 sind die zu untersuchenden Fälle aufgeführt.

**Tabelle 31: Auswahl der fallsystemspezifischen Untersuchungsgegenstände aus den Genehmigungsunterlagen (IGR & Dr. Pecher AG 2016a)**

Fall	Trassenabschnitt mit	Bauabschnitt	Profil	Integrierte Einzelsysteme
1	3 Einzelsystemen	2	II.10	Wasserleitung (DN 300), Lichtwellenleiter, Strom (KSR DN 250 PVC-U und KSR DN 150 PVC-U)
2	4 Einzelsystemen	1	I.40	Wasserleitung (DN 300), Erdgas (DN 150 ST), Lichtwellenleiter, Strom (KSR DN 250 PVC-U und KSR DN 150 PVC-U)
3	5 Einzelsystemen	1	I.60	Wasserleitung (DN 400), Biogas (DA160 PE), Erdgas (DN 150 ST), Lichtwellenleiter, Strom (KSR DN 250 PVC-U und KSR DN 150 PVC-U)
4	2 Einzelsystemen	3	III.90	Wasserleitung (DN 400), Lichtwellenleiter

Abgeleitet aus der Kombination im Verbundsystem Westeifel wurden für die vergleichende Gegenüberstellung der ungebündelten, unterirdisch verlegten Leitungssysteme folgende Infrastrukturleitungen in die Analyse einbezogen:

- ▶ Wasserleitung (DN 300 GGG & DN 400 GGG),
- ▶ Biogas (DA 160 PE),
- ▶ Erdgas (DN 150 ST),
- ▶ Lichtwellenleiter und
- ▶ Strom (KSR DN 250 PVC-U und KSR DN 150 PVC-U).

Die jeweils für die Einzelverlegung ermittelten Werte wurden in Übereinstimmung mit den spezifischen Konstellationen in den einzelnen Abschnitten des Fallbeispiels addiert. Dafür wurden im 3. Schritt die relevanten Indikatoren, Kenn- und Messwerte der Einzelverlegungen systematisch aus der einschlägigen Literatur (vgl. Tabelle 32) herausgearbeitet.

**Tabelle 32: Einschlägige Literatur**

Literaturtyp	Literaturauswahl
Antragsunterlagen	IGR & Dr. Pecher AG 2016a Regionales Verbundsystem Westeifel: Planung zur Herstellung der Transportleitungen – Genehmigungsplanung (Langfassung)
Leitfäden	Fröhlich & Sporbeck et al. (2002) Bewertung von Eingriffen in Natur und Landschaft – Bewertungsrahmen für unterirdische Rohrleitungen für nicht wassergefährdende Stoffe, Bundesverband der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft (BGW) e. V. & Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches (DVGW) e. V.: 65
Regelwerke	DVGW 400-1 (A) Technische Regeln Wasserverteilungsanlagen (TRWV); Teil 1: Planung
DIN	DIN 4124 Baugruben und Gräben – Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten
Fachliteratur	Ilgeroth et al. (2007) Kalkulationstabellen Straßen- und Tiefbau mit Ergänzung Gemeinkosten und gestörte Bauabläufe, Schiele & Schön, Berlin, 10. Auflage: 409
Angaben von Herstellern für Baugeräte und -maschinen	Liebherr: Leitungskennzahlen eines Seitenbaum-Traktors des Typs RL 64 Litronic, abrufbar unter: <a href="https://www.liebherr.com/de/deu/produkte/baumaschinen/erdbewegung/rohrleger/details/69985.html">https://www.liebherr.com/de/deu/produkte/baumaschinen/erdbewegung/rohrleger/details/69985.html</a> , letzter Zugriff am 30.10.2018
CO2-Rechner	StMUV (2016) Berechnung der CO2-Emissionen, abrufbar unter: <a href="https://www.umwelt-pakt.bayern.de/luft/fachwissen/217/berechnung-co2-emissionen">https://www.umwelt-pakt.bayern.de/luft/fachwissen/217/berechnung-co2-emissionen</a> , letzter Zugriff am 30.10.2018

Die ermittelten Durchschnittswerte der Leitungssysteme ließen Annahmen zu Grabenprofilen (Länge, Breite und Tiefe) zu. Bei einigen Durchschnittswerten war eine differenzierte Ermittlung ausreichender und beengter Platzverhältnisse im Arbeitsstreifen möglich.

Die für den Vergleich der Umweltwirkungen zugrunde gelegten Variablen sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

**Tabelle 33: Variablen zu den Leitungssystemen bei der Kalkulation der Umweltbilanzierung**

Leitungssystem	Einzel-durchmesser [m] <sup>1</sup>	Radius [m] <sup>2</sup>	Volumen pro Trassenmeter [m <sup>3</sup> ] <sup>3</sup>	Böschungsgrad [Grad] <sup>4</sup>	Schutzstreifenbreite i. Baufeld [m <sup>2</sup> ] <sup>5</sup>	Vertikales Gesamtgrabenprofil [m] <sup>2+4</sup>	Ausschlaggebende Mindestrohrdeckung [m] <sup>2+4</sup>
Wasser (DN 400 GGG)	0,43	0,215	0,145	k. B.	5	1,25	1,1
Wasser (DN 300 GGG)	0,33	0,165	0,086	k. B.	5	1,25	1,1
Erdgas (DN 150 ST)	0,16	0,08	0,020	45	5	1,09	1,2
Biogas (DA160 PE)	0,16	0,08	0,020	k. B.	5	1,1	1,0
Internet	0,12	0,06	0,011	k. B.	5	0,9	0,8

Leitungssystem	Einzel-durchmesser [m] <sup>1</sup>	Radius [m] <sup>2</sup>	Volumen pro Trassenmeter [m <sup>3</sup> ] <sup>3</sup>	Böschungswinkel [Grad] <sup>4</sup>	Schutzstreifenbreite i. Baufeld [m] <sup>5</sup>	Vertikales Gesamtgrabenprofil [m] <sup>2+4</sup>	Ausschlaggebende Mindestrohrdeckung [m] <sup>2+4</sup>
Strom (DN 250 PVC-U)	0,25	0,125	0,049	45	5	1,09	1,2
Strom (DN 150 PVC-U)	0,15	0,075	0,018	45	5	1,09	1,2

Legende

1: Variable entnommen aus: IGR & Dr. Pecher AG 2016b; 2: Für die Berechnung der Leitungssystemradien  $r = d/2$  wurde für  $d$  der Einzeldurchmesser des jeweils zu berechnenden Leitungssystems verwendet; 3: Für die Berechnung des Rohrvolumens pro Trassenmeter wurde die Formel zur Volumenrechnung eines Zylinders bei konstanter Oberfläche  $V = \pi \cdot r^2 \cdot h$  gewählt. Die Variable  $r$  resultiert aus dem Einzeldurchmesser des jeweiligen Leitungssystems. Für  $h$  wurde der Trassenmeter  $h = 1$  m festgelegt.; 4 = Variablen entnommen aus: DIN 4124a; 5: Variablen entnommen aus: IGR & Dr. Pecher AG 2016b; k. B. = kein Bedarf

Um die Vergleichbarkeit verschiedener Verlegekonstellationen der Leitungssysteme und der damit verbundenen Umweltwirkungen zu gewährleisten, wurden standardisierte Annahmen aus dem Fallbeispiel übernommen und auf die Einzelverlegung übertragen. Diese sind:

- ▶ Tiefe des Oberbodenabtrags,
- ▶ Breite des erforderlichen Arbeitsstreifens und
- ▶ zur Verfügung stehende Fläche für die Lagerung des Erdaushubs.

Im Detail bemessen sich die standardisierten Annahmen für den bilanzierenden Vergleich der Umweltwirkungen aus den Antragsunterlagen (IGR & Dr. Pecher AG 2016a) auf folgende Werte:

**STANDARDISIERTE ANNAHME DER TIEFE DES OBERBODENABTRAGS**

Da die Mächtigkeit des zu entfernenden Oberbodens vom Bodentyp und landschaftsräumlichen Gegebenheiten abhängig ist und von 2 cm bis 35 cm Tiefe variiert (Lange et al. 2017), wurde dem Vergleich entsprechend der Antragsunterlagen zum Verbundprojekt Westeifel pauschal eine Oberbodenmächtigkeit von 30 cm zugrunde gelegt (IGR & Dr. Pecher AG 2016a).

**STANDARDISIERTE ANNAHMEN DER ARBEITSSTREIFENBREITE FÜR DIE BILANZIERUNG DER UMWELTWIRKUNGEN**

Die DVGW-W-400-1 empfiehlt bei einer Rohrgrabentiefe < 3,0 Metern für das Beispiel Wasserleitung DN 200 bis DN 400 eine Arbeitsstreifenbreite in Höhe von 17 bis 20 Metern. Da die Arbeitsstreifenbreite für die fallspezifisch zu untersuchenden Profile aus den Antragsunterlagen (IGR & Dr. Pecher AG 2016b) teilweise geringer bemessen sind, wird davon ausgegangen, dass günstige Gegebenheiten entlang der Infrastrukturkanaltrasse eine Verschmälerung der Arbeitsstreifenbreite ermöglichen. Aus diesem Grund wurde im Hinblick auf die Vergleichbarkeit nicht der Regelwerkempfehlung gefolgt, sondern die Arbeitsstreifenbreiten für die Berechnung der ungebündelten Verlegung der Leitungssysteme hinsichtlich ihrer Ähnlichkeit an die Annahmen aus den Antragsunterlagen (IGR & Dr. Pecher AG 2016b) auf die Einzelleitungen übertragen. Die standardisierte Annahme für die Einzelleitung kann im Einzelnen Tabelle 34 entnommen werden.

**Tabelle 34: Standardisierte Annahmen von Arbeitsstreifenbreiten in m für die Bilanzierung der Umweltwirkungen**

Fall	des geb. Leitungskanalbaus  Integr. Leitungssysteme s. Tabelle 31	des ungeb. Leitungskanalbaus						
		Wasser		Erdgas	Biogas	Internet	Strom	
		DN 400 GGG <sup>1</sup>	DN 300 GGG <sup>2</sup>	DN 150 ST <sup>3</sup>	DA160 PE <sup>4</sup>	Lichtwellenleiter <sup>5</sup>	DN 250 PVC-U <sup>6</sup>	DN 150 PVC-U <sup>7</sup>
1	15,93	k. Lkg.	10,5	k. Lkg.	k. Lkg.	10	10	10
2	16,74	k. Lkg.	10,5	10	k. Lkg.	10	10	10
3	16,84	10,5	k. Lkg.	10	10	10	10	10
4	15,21	10,5	k. Lkg.	k. Lkg.	k. Lkg.	10	k. Lkg.	k. Lkg.

Legende

**1 bis 2** = Wert wurde aufgrund der größeren Vergleichsbandbreite und der Ähnlichkeit zum Profil II.20 der Antragsunterlagen (IGR & Dr. Pecher AG 2016b) zugrunde gelegt.; **3 bis 7** = Wert wurde aufgrund der größeren Vergleichsbandbreite und der Ähnlichkeit zum Profil II.220 der Antragsunterlagen (IGR & Dr. Pecher AG 2016b) zugrunde gelegt.; **k. Lkg.** = Kein Leitungskanalgegendstand

**STANDARDISIERTE ANNAHMEN DER ZUR VERFÜGUNG STEHENDEN LAGERFLÄCHE DES ERDAUSHUBS ZUR BILANZIERUNG DER UMWELTWIRKUNGEN**

Da der Zuschnitt von Lagerfläche für den Erdaushub stark von den räumlichen Gegebenheiten abhängt, wurden die Flächenbedarfe für die zur Verfügung stehende Breite auf dem Arbeitsstreifen aus dem Fallbeispiel „Verbundsystem Westeifel“ übernommen. Die im Arbeitsstreifen vorgeordnete Fläche beträgt in Abhängigkeit der Verlegekonstellation zwischen 2,0 und 2,5 Metern. Die angeglichenen Werte zur Fläche für die Lagerung des Erdaushubs können Tabelle 35 entnommen werden.

**Tabelle 35: Standardisierte Annahmen für die Fläche in m<sup>2</sup> zur Lagerung des Erdaushubs zur Bilanzierung der Umweltwirkungen**

Fall	des geb. Leitungskanalbaus  Integr. Leitungssysteme s. Tabelle 31	des ungeb. Leitungskanalbaus						
		Wasser		Erdgas	Biogas	Internet	Strom	
		DN 400 GGG <sup>1</sup>	DN 300 GGG <sup>2</sup>	DN 150 ST <sup>3</sup>	DA160 PE <sup>4</sup>	Lichtwellenleiter <sup>5</sup>	DN 250 PVC-U <sup>6</sup>	DN 150 PVC-U <sup>7</sup>
1	3	k. Lkg.	2,5	k. Lkg.	k. Lkg.	2	2	2
2	3,5	k. Lkg.	2,5	2	k. Lkg.	2	2	2

	des geb. Leitungskanalbaus	des ungeb. Leitungskanalbaus							
3	3	2,5	k. Lkg.	2	2	2		2	2
4	3	2,5	k. Lkg.	k. Lkg.	k. Lkg.	2		k. Lkg.	k. Lkg.

Legende

**1 bis 2** = Wert wurde aufgrund der größeren Vergleichsbandbreite und der Ähnlichkeit zum Profil II.20 der Antragsunterlagen (IGR & Dr. Pecher AG 2016b) zugrunde gelegt.; **3 bis 7** = Wert wurde aufgrund der größeren Vergleichsbandbreite und der Ähnlichkeit zum Profil II.220 der Antragsunterlagen (IGR & Dr. Pecher AG 2016b) zugrunde gelegt.; **k. Lkg.** = Kein Leitungskanalgegenstand

Die ermittelten Werte zu den Hauptumweltwirkungen gebündelter und ungebündelter Infrastrukturen werden für den Vergleich in den nachfolgenden Tabelle 36 und Tabelle 37 nebeneinandergestellt. Der ermittelte Unterschied wird, wenn möglich, jeweils zusätzlich als Faktor verdeutlicht. Im Einzelnen umfasst der bilanzierende Vergleich der Umweltwirkungen die Darstellung aller der in der Regel auftretenden und trassenunabhängigen Umweltwirkungen. Diese umfassen die Nennung der Ursache (Benennung der Aktivität, die die Umweltwirkung einleitet), des potenziell betroffenen Schutzgutes nach den im Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) bekannten Schutzgütern und der für die Bilanzierung herausgearbeiteten Messeinheit aus einschlägigen Regelwerken. Für den Vergleich wurden die Auswertungsergebnisse der Einzelleistungen entsprechend der zu untersuchenden Fallkonstellationen der gebündelten Leitungssysteme addiert.

Die Ergebnisse aus dem 4. Schritt können den nachfolgenden Vergleichstabellen (Tabelle 36 und Tabelle 37) entnommen werden.

**Tabelle 36: Vergleichstabelle zu temporären Umweltwirkungen im Zuge des Baus gebündelter und ungebündelter unterirdischer Infrastrukturen**

I D	Umwelt- wirkung	Ursache	Wirkung	Pot. Betr. Schutz- gut	Messeinheit	1. Fall (II.10)			2. Fall (I.40)			3. Fall (I.60)			4. Fall (III.90)		
						Geb.	Un- geb.	F.	Geb.	Un- geb.	F.	Geb.	Un- geb.	F.	Geb.	Un- geb.	F.
1	Flächeninanspruchnahme	Trassenvorbe- reitung	Flächeninanspruchnahme durch die Anlage des Arbeitsstreifens für die Verlegung des unterirdischen Leitungssystems während der Grabenherstellung	Boden, Fläche  Tiere, Pflanzen, Biologische Vielfalt	Breite des erforderlichen Arbeitsstreifens bei ausreichenden Platzverhältnissen in m	15,9 3	40,5	2, 5	16,7 4	50,5	3	16,8 4	60,5	3, 6	15,2 1	20,5	1, 35
					Breite des erforderlichen Arbeitsstreifens bei beengten Platzverhältnissen in m	7,43	20	2, 7	8,24	25	3	8,34	30	3, 6	7,71	10	1, 3
					Name und Typ des für das Leitungssystem ausschlaggebenden Rohrdurchmessers	Was- ser DN 300 GGG	Was- ser DN 300 GGG	k. F.	Was- ser DN 300 GGG	Was- ser DN 300 GGG	k. F.	Was- ser DN 400 GGG	Was- ser DN 400 GGG	k. F.	Was- ser DM 400 GGG	Was- ser DM 400 GGG	k. F.
					Ausschlaggebender Rohrdurchmesser in m	0,33	0,33	k. F.	0,33	0,33	k. F.	0,43	0,43	k. F.	0,43	0,43	k. F.
					Vertikales Gesamtgrabenprofil <sup>328</sup> in m	1,75	k. V.	k. F.	1,75	k. V.	k. F.	1,75	k. V.	4, 2	1,68	k. V.	k. F.
					Name und Typ für das Leitungssystem ausschlaggebende Mindestrohrdeckung	Stro- m DN 250	Stro- m DN 250	k. F.	Erd- gas DN 150 ST	Erd- gas DN 150 ST	k. F.	Erd- gas DN 150 ST	Erd- gas DN 150 ST	k. F.	In- ter- net	Was- ser DN 400 GGG	k. F.

<sup>328</sup> Das vertikale Gesamtgrabenprofil bemisst sich über die Tiefe des teilgeböschten Bereichs und der Tiefe darunter.

I D	Umwelt- wirkung	Ursa- che	Wirkung	Pot. Betr. Schutz- gut	Messeinheit	1. Fall (II.10)			2. Fall (I.40)			3. Fall (I.60)			4. Fall (III.90)		
						Geb.	Un- geb.	F.	Geb.	Un- geb.	F.	Geb.	Un- geb.	F.	Geb.	Un- geb.	F.
						PVC- U	PVC- U										
					Ausschlaggebende Mindest- rohrdeckung in m	1,35	k. V.	k. F.	1,44	k. V.	k. F.	1,44	k. V.	k. F.	1,41	k. V.	k. F.
					Erfordernis eines teilgebösch- ten Bereichs	Ja	Erd- gas, Stro m	k. F.	Ja	Erd- gas, Stro m	k. F.	Ja	Erd- gas, Stro m	k. F.	Ja	Erd- gas, Stro m	k. F.
					Winkelgröße des teilgebösch- ten Bereichs in Grad	45	45	k. F.	45	45	k. F.	45	45	k. F.	45	k. B.	k. F.
			Flächenin- anspruchnahme durch die La- gerung des Oberbodens	Boden, Flä- che  Tiere, Pflanzen, Biologi- sche Viel- falt	Zur Verfügung stehende Fläche für die Lagerung des Oberbo- dens in m <sup>2</sup> pro Trassenmeter bei ausreichenden Platzverhält- nissen <sup>329</sup> <b>A</b> Oberbodenlagerfläche= <b>a * b</b>  a: Breite des Oberbodenlagers [m] b: Länge des Schutzstreifens [m] (hier 1 m)	4	12	3	4	15	4, 5	4	18	4, 5	3,5	6	1, 71
			Flächenin- anspruchnahme	Boden, Flä- che	Zur Verfügung stehende Fläche für die Lagerung des Erdaus- hubs in m <sup>2</sup> pro Trassenmeter	3	8,5	2, 83	3,5	10,5	3, 6	3,5	12,5	3, 6	3	4,50	1, 5

<sup>329</sup> Die Berechnung der Flächengröße des Oberbodenlagers entfällt, da in beengten Platzverhältnissen keine Lagerflächen vorgesehen sind.



I D	Umwelt- wirkung	Ursa- che	Wirkung	Pot. Betr. Schutz- gut	Messeinheit	1. Fall (II.10)			2. Fall (I.40)			3. Fall (I.60)			4. Fall (III.90)		
						Geb.	Un- geb.	F.	Geb.	Un- geb.	F.	Geb.	Un- geb.	F.	Geb.	Un- geb.	F.
			durch die Lagerung des Erdaushubs	Tiere, Pflanzen, Biologische Vielfalt	bei ausreichenden Platzverhältnissen <sup>330</sup> $A_{\text{Erdaushublagerfläche}} = a * b$  m1: Breite des Erdaushublagers [m] m2: Länge des Schutzstreifens [m] (hier 1 m)												
2	Bodenverdichtung, Bodenauf- und -abtrag (einschließlich) Aus- hub, Umlagerung,	Trassen- vorbe- reitung	Bodenauf- und -abtrag durch die Grabenherstellung mittels Planier- raupe/Spezialbagger (Volumen)	Boden, Fläche  Tiere, Pflanzen, Biologische Vielfalt	Ermittlung des Oberbodenvolumens pro Trassenmeter <sup>331</sup> in m <sup>3</sup> <u>Für Leitungssysteme mit Erfordernis eines Böschungsbereiches</u>  $V_{\text{Oberbodenvolumen}} = A_{\text{Oberbodenfläche}} * c$  A = Fläche des Oberbodenvolumens c = Darstellung des Trassenmeters durch die Tiefe des Trapezprismas (1 m)  $A_{\text{Oberbodenfläche}} = (2+b)/2 * h$ a = Breite des Infrastrukturkanalgrabens mit Böschungsbereich b = Breite des Infrastrukturkanalgrabens ohne Böschungsbereich h = Tiefe der Oberbodenmächtigkeit (0,3 m)	0,15	1,7	11 ,3 3	0,15	1,93	12 ,8 7	0,15	1,70	11 ,3 3	0,47	0,73	1, 55

<sup>330</sup> Die Berechnung für die Flächengröße des Erdaushublagers entfällt, da in beengten Platzverhältnissen keine Lagerflächen vorgesehen sind.

<sup>331</sup> Eine Differenzierung nach ausreichenden und beengten Platzverhältnissen ist bei der Volumenberechnung nicht erforderlich.

I D	Umwelt- wirkung	Ursa- che	Wirkung	Pot. Betr. Schutz- gut	Messeinheit	1. Fall (II.10)			2. Fall (I.40)			3. Fall (I.60)			4. Fall (III.90)		
						Geb.	Un- geb.	F.	Geb.	Un- geb.	F.	Geb.	Un- geb.	F.	Geb.	Un- geb.	F.
	Aus- tausch) , Bo- dende- po- nien)				<p>Für Leitungssysteme mit Erforder- nis einer senkrechten Wand</p> <p><math>V_{\text{Oberbodenvolumen}} = a * b * c</math>                      a = Breite des Infrastrukturkanals ohne                      Böschungsbereich                      b = Tiefe der Oberbodenmächtigkeit                      (0,3 m)                      c = Darstellung des Trassenmeters                      durch die Tiefe des Quaders (1 m)</p> <p>Ermittlung des Erdaushubvolu-                      mens unterhalb des teilge-                      böschten Bereichs pro Trassen-                      meter<sup>332</sup> in m<sup>3</sup>  <math>V_{\text{Erdaushub}} = a * b * c</math></p> <p>a = Rohrgrabenbreite o. Böschung [m]                      b = Tiefe unterhalb des teilgeböschten                      Bereichs [m]                      c = Länge [m] (hier: 1 m)</p>	1,54	2,69	1, 75	1,93	3,3	1, 7	2,05	4,04	2, 05	1,44	1,51	1, 05
		Einle- gen der Kabel, Ein- betten der Rohre	Störung des Bodengefü- ges/der Bo- denfunktion unterhalb des teilgebösch- ten Bereiches	Boden, Flä- che  Tiere, Pflanzen, Biologi- sche Viel- falt	<p>Ermittlung des Einbettungsvolumens vom Erdaushubmaterial in m<sup>3</sup> pro Trassenmeter</p> <p><math>V_{\text{Erdaushubmaterial}} = V_{\text{Erdaushub}} - V_{\text{Leitungs-systeme(ges.)}}</math></p> <p><math>V_{\text{Erdaushub}} = a * b * c</math></p>	1,37	2,52	1, 84	1,74	3,12	1, 84	1,79	3,78	2, 1	1,28	1,35	1, 05

<sup>332</sup> Eine Differenzierung nach ausreichenden und beengten Platzverhältnissen ist bei der Volumenberechnung nicht erforderlich.

I D	Umwelt- wirkung	Ursa- che	Wirkung	Pot. Betr. Schutz- gut	Messeinheit	1. Fall (II.10)			2. Fall (I.40)			3. Fall (I.60)			4. Fall (III.90)		
						Geb.	Un- geb.	F.	Geb.	Un- geb.	F.	Geb.	Un- geb.	F.	Geb.	Un- geb.	F.
			durch Wiedereinbau des entnommenen Erdaushubmaterials		a = Rohrgrabenbreite o. Böschung [m] b = Tiefe unterhalb des teilgeböschten Bereichs [m] c = Länge [m] (hier: 1 m) V Leitungssysteme (gesamt) $= \pi * r^2 * h$ $\pi = 3,14$ r = Rohrradius [m] h = Länge [m] (hier: 1 m)												
		Grabenverfüllung	Bodenverlust des nicht zum Wiedereinbau verwendeten Erdaushubmaterials (Überschussmasse)	Boden, Fläche  Tiere, Pflanzen, Biologische Vielfalt	Ermittlung der Überschussmasse mit Hilfe der Berechnung des Gesamtvolumens aller Leitungssysteme in m <sup>3</sup> pro Trassenmeter $V_{\text{Überschussmasse}} = V_{\text{Erdaushub}} - V_{\text{Leitungssysteme(ges.)}}$ $V_{\text{Erdaushub}} = \text{s. Ergebnis zum Erdaushubvolumen}$ $V_{\text{Leitungssysteme (gesamt)}} = \pi * r^2 * h$ $\pi = 3,14$ r = Rohrradius [m] h = Länge [m] (hier: 1 m)	0,16 4	0,16 4	1	0,18 4	0,18 4	1	0,26 4	0,26 4	1	0,15 7	0,15 7	1

I D	Umwelt- wirkung	Ursache	Wirkung	Pot. Betr. Schutz- gut	Messeinheit	1. Fall (II.10)			2. Fall (I.40)			3. Fall (I.60)			4. Fall (III.90)		
						Geb.	Un- geb.	F.	Geb.	Un- geb.	F.	Geb.	Un- geb.	F.	Geb.	Un- geb.	F.
3	Emis- sion von Stäu- ben, Gasen	Tras- sen- vorbe- reitung	Emission durch die Nutzung von Planierraupe / Spezialbag- ger bei An- lage des Ar- beitsstreifens	Klima, Luft	Ermittlung der Schadstoffemis- sion von Kohlenstoffdioxid CO <sub>2</sub> durch die Nutzung einer Pla- nierraupe bei der Anlage des Arbeitsstreifens in kg CO <sub>2</sub> <sup>333</sup> <b>Umrechnung mit Hilfe des CO<sub>2</sub>- Rechners nach StMUV (2016)</b>  <u>Für die Umrechnung relevant:</u> Ermittlung der Arbeitsleistung in kW pro Arbeitstag: Arbeitsleistung = a * b a = Schadstoffemissionen einer 80 kW Planierraupe <sup>334</sup> in CO <sub>2</sub> b = Arbeitstag à 8h	333	1332	4	333	1665	5	333	1998	6	333	666	2
		Gra- ben- herstel- lung	Emission durch die Nutzung von Planierraupe und Spezial- bagger zur	Klima, Luft	Ausgrabedauer in d  m = Trassenlänge des Profils [m] d = b/d b = 50 m <sup>3</sup> je Arbeitstag <sup>335</sup> c = V <sub>Erdaushub</sub>	592, 98	1036	1, 75	332, 6	569, 98	1, 7	340, 83	671, 67	2, 0	506	328, 23	1, 54

<sup>333</sup> Umrechnung mittels des CO<sub>2</sub>-Rechners (StMUV 2016).

<sup>334</sup> Ilgeroth et al. 2007a°.

<sup>335</sup> Ilgeroth et al. 2007b.

I D	Umwelt- wirkung	Ursache	Wirkung	Pot. Betr. Schutz- gut	Messeinheit	1. Fall (II.10)			2. Fall (I.40)			3. Fall (I.60)			4. Fall (III.90)		
						Geb.	Un- geb.	F.	Geb.	Un- geb.	F.	Geb.	Un- geb.	F.	Geb.	Un- geb.	F.
			Grabenher- stellung	Klima, Luft	Ermittlung der Schadstoffemis- sion von Kohlenstoffdioxid CO <sub>2</sub> durch die Nutzung einer Pla- nierraupe bei der Grabenher- stellung in kg CO <sub>2</sub> <b>Umrechnung mit Hilfe des CO<sub>2</sub>- Rechners nach StMUV (2016)</b>  <u>Für die Umrechnung relevant:</u> Ermittlung der Arbeitsleistung in kW pro Arbeitstag: Arbeitsleistung = a * b a = Schadstoffemissionen eines 50 kW Hydraulikbaggers <sup>336</sup> in CO <sub>2</sub> b = Arbeitstag à 8h	208	832	4	208	1040	5	208	12.4 80	60	208	416	2
		Absen- ken	Emissionen durch die Nutzung von Seitenbaum- Traktoren während der Absenkung der ver- schweißten	Klima, Luft	Ermittlung der Schadstoffemis- sion von Kohlenstoffdioxid CO <sub>2</sub> durch die Nutzung eines Seiten- baum-Traktors beim Absenken der Leitungssysteme in kg CO <sub>2</sub> <b>Umrechnung mit Hilfe des CO<sub>2</sub>- Rechners nach StMUV (2016)</b>  <u>Für die Umrechnung relevant :</u> Ermittlung der Arbeitsleistung	1144	4576	4	1144	5720	5	1144	6864	6	1144	2288	2

336

Ilgeroth et al. 2007b.

I D	Umwelt- wirkung	Ursache	Wirkung	Pot. Betr. Schutz- gut	Messeinheit	1. Fall (II.10)			2. Fall (I.40)			3. Fall (I.60)			4. Fall (III.90)		
						Geb.	Un- geb.	F.	Geb.	Un- geb.	F.	Geb.	Un- geb.	F.	Geb.	Un- geb.	F.
		Graben- verfüllung	und umhüllten Leitungen durch einen Seitenbaum-Traktor  Emissionen durch die Nutzung des Backfillers zum Verfüllen des Grabens	Klima, Luft	in kW pro Arbeitstag: Arbeitsleistung = a * b a = Schadstoffemissionen eines 275 kW Seitenbaum-Traktors <sup>337</sup> in CO <sub>2</sub> b = Arbeitstag à 8h  Verfülleistung in d <b>Ausgrabeleistung = a/b</b>  a = Trassenlänge des Profils [m] b = c/d c = 500 m <sup>3</sup> je Arbeitstag <sup>338</sup> d = V <sub>Einbettungsmaterial</sub>	52,9 9	97,3 8	1, 83	30,0 9	53,8 2	1, 8	29,7 0	47,9 5	1, 6	45,0 9	47,4 8	1, 05
				Klima, Luft	Ermittlung der Schadstoffemission von Kohlenstoffdioxid CO <sub>2</sub> durch die Nutzung eines Backfillers zum Verfüllen des Grabens in kg CO <sub>2</sub> <b>Umrechnung mit Hilfe des CO<sub>2</sub>-Rechners nach StMUV (2016)</b>  <u>Für die Umrechnung relevant:</u> Ermittlung der Arbeitsleistung in kW pro Arbeitstag:	333	1332	4	333	1665	5	333	1998	6	333	666	2

<sup>337</sup> Liebherr.

<sup>338</sup> Ilgeroth et al. 2007c.

I D	Umwelt- wirkung	Ursache	Wirkung	Pot. Betr. Schutz- gut	Messeinheit	1. Fall (II.10)			2. Fall (I.40)			3. Fall (I.60)			4. Fall (III.90)		
						Geb.	Un- geb.	F.	Geb.	Un- geb.	F.	Geb.	Un- geb.	F.	Geb.	Un- geb.	F.
					Arbeitsleistung = a * b a = Schadstoffemissionen eines 80 kW Backfiller <sup>339</sup> in CO <sub>2</sub> b = Arbeitstag à 8h												

Legende

Geb. gebündelt verlegte Infrastrukturleitungen; ungeb. ungebündelt verlegte Infrastrukturleitungen; F. Faktor; k. F. kein Faktor; k. V. Keine metrische Vergleichbarkeit möglich; k. O. Kein Oberbodenlager vorgesehen; k. E. Kein Erdaushublager vorgesehen; k. B. Keine Böschung

: im 1. Expertenworkshop zu diskutierende Umweltwirkungen; : im 1. Expertenworkshop zu diskutierendes Fallbeispiel, Text: Kalkulationsformel

**Tabelle 37: Vergleichstabelle zur bilanzierenden Auswertung von dauerhaften Umweltwirkungen durch die Anlage gebündelter und ungebündelter Infrastrukturkanäle**

I D	Umwelt- wirkung	Ursache	Wirkung	Pot. Betr. Schutz- gut	Messeinheit	1. Fall (II.10)			2. Fall (I.40)			3. Fall (I.60)			4. Fall (III.90)		
						Geb.	Un- geb.	F.	Geb.	Un- geb.	F.	Geb.	Un- geb.	F.	Geb.	Un- geb.	F.
4	Nutzungs- beschrän- kungen in holz- frei zu halten	Schutz- streifen	Flächeninanspruchnahme durch Anlage eines Schutzstreifens in Folge der Nutzungsbeschränkungen eines holzfrei zu	Boden, Fläche  Tiere, Pflanzen, Bi-	Ermittlung der Breite des dauerhaft von der Nutzung freizuhaltenden Streifens in m <sup>2</sup> pro Trassenkilometer <b>A<sub>Schutzstreifen</sub> = a * b</b> a: Breite des Schutzstreifens [m]	5	21	4,2	5	26	5,2	5	31	6,2	5	11	2,2

<sup>339</sup> Liebherr.

I D	Umwelt- wirkung	Ursa- che	Wirkung	Pot. Betr. Schutz- gut	Messeinheit	1. Fall (II.10)			2. Fall (I.40)			3. Fall (I.60)			4. Fall (III.90)		
						Geb.	Un- geb.	F.	Geb.	Un- geb.	F.	Geb.	Un- geb.	F.	Geb.	Un- geb.	F.
	den Lei- tungs- streifen		haltenden Lei- tungsstreifens	ologi- sche Vielfalt  Klima, Luft  Land- schaft	b: Länge des Schutzstreifens [m] (hier 1m)												

Legende

Geb. gebündelt verlegte Infrastrukturleitungen; ungeb. ungebündelt verlegte Infrastrukturleitungen; F. Faktor; k. F. kein Faktor; k. V. Keine metrische Vergleichbarkeit möglich; k. O. Kein Oberbodenlager vorgesehen; k. E. Kein Erdaushublager vorgesehen; k. B. Keine Böschung;  
 : Diskussionsgegenstand im 1. Expertenworkshop; Text: Kalkulationsformel



Aus der vergleichenden Bilanzierung der Umweltwirkungen gehen drei bau- und eine anlagenbedingte Umweltwirkung hervor. Zu diesen zählen für den Bau vordergründig:

- ▶ Flächeninanspruchnahme durch die Trassenvorbereitung, die Lagerung des Oberbodens und Erdaushubs,
- ▶ Bodenverdichtung, Bodenauf- und -abtrag (einschließlich Aushub, Umlagerung, Austausch, Bodendeponien) bei der Trassenvorbereitung, Einlegen der Kabel, Einbetten der Rohre und bei der Grabenverfüllung sowie
- ▶ Emissionen von Stäuben und Gasen.

Für die Anlage kommt die Umweltwirkung

- ▶ Nutzungsbeschränkungen in holzfrei zu haltenden Leitungstreifen durch die Anlage des Schutzstreifens

zum Tragen. Betriebsbedingte Umweltwirkungen wurden nach dem zugrunde gelegten Analyseraster nicht herausgearbeitet.

Um die ermittelten Durchschnittswerte zum Vergleich der Umweltwirkungen gebündelter und ungebündelter Infrastrukturen im Hinblick auf ihre Vergleichbarkeit zu verifizieren, wurden die Expert\*innen gebeten, die Vergleichstabelle vor dem Workshop anhand der folgenden Fragen kritisch zu prüfen und zu kommentieren:

- ▶ Sind die für den Vergleich der Umweltwirkungen gebündelter und ungebündelter Infrastrukturen gewählten Variablen und standardisierten Annahmen sachgerecht?
- ▶ Sind die, bezogen auf die angenommenen Variablen und standardisierten Annahmen, angenommenen Durchschnittswerte sachgerecht?

Es wurde vorgesehen, die geprüften und kommentierten Vergleichstabellen im Hinblick auf die vorangegangenen Fragestellungen auszuwerten.

Die Diskussion wurde anhand des 3. Fallbeispiels (Profil 1.6) mit den Schwerpunkten der Umweltwirkungen geführt zu

- ▶ Bodenverdichtung, Bodenauf- und -abtrag sowie Bodendeponien und
- ▶ Emissionen von Stäuben und Gasen.

## ERGEBNISSE DER 1. DISKUSSIONSRUNDE - UMWELTWIRKUNGEN

### Hintergrundinformation

Zur Diskussion standen die Variablen und standardisierten Annahmen zur umweltrelevanten Wirkung von „Emissionen durch die Nutzung einer Planierdrape zur Grabenherstellung“ sowie die für den Vergleich ermittelten Durchschnittswerte. Zunächst erörterten die Expert\*innen mögliche Parameter und die dafür erforderlichen angenommenen Variablen sowie weitere standardisierte Annahmen, die für einen Vergleich gebündelter und ungebündelter Infrastrukturen relevant sind.

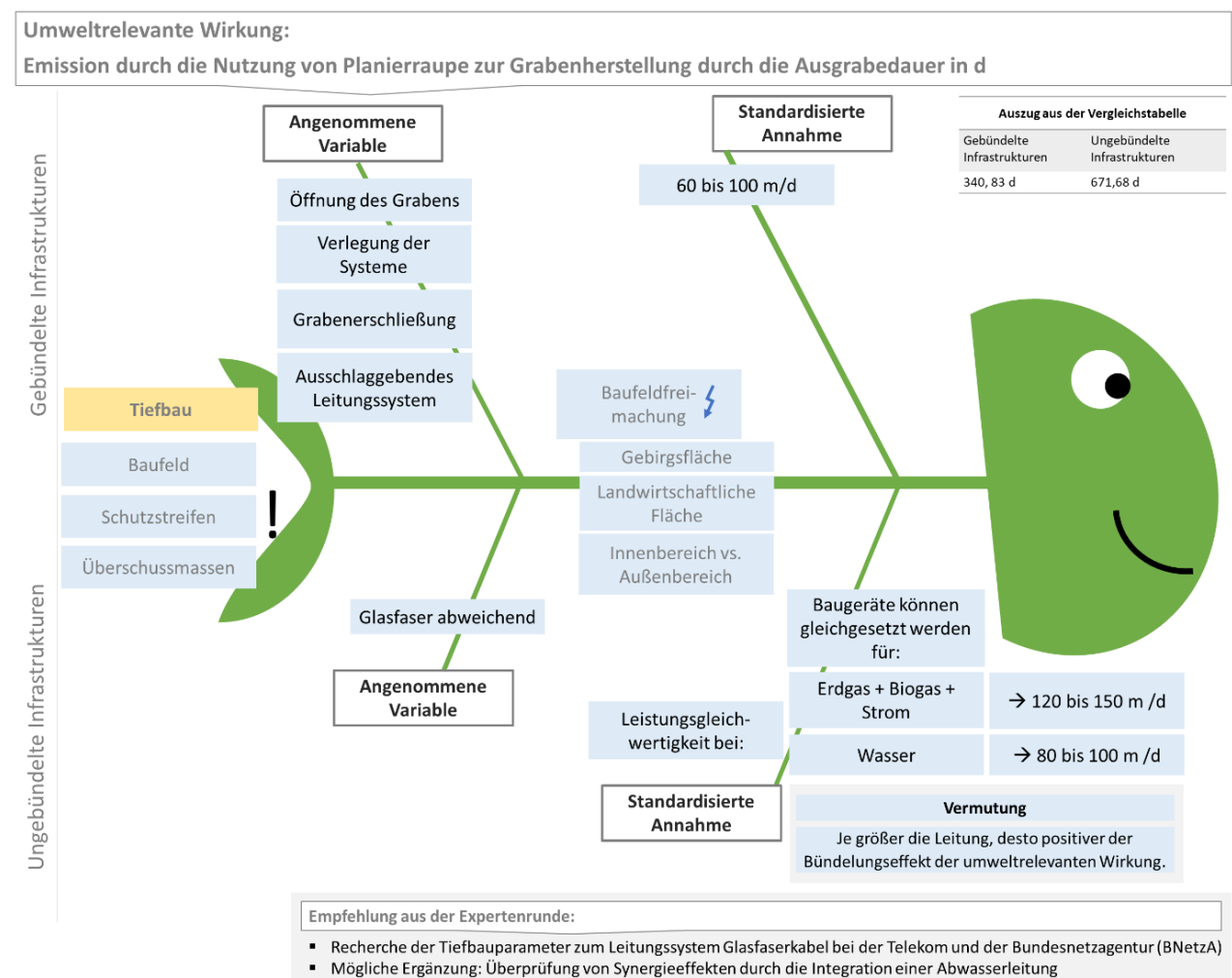
Die Diskussionsergebnisse sind im nachgebildeten Fischgrätendiagramm (Abbildung 16) zusammengefasst. Im Fischgrätendiagramm werden im oberen Teil alle genannten Aspekte zu den Variablen und standardisierten Annahmen im Zusammenhang mit gebündelten Infrastrukturen

aufgelistet. Im unteren Bereich werden die Aspekte für ungebündelte Infrastrukturen erfasst. Die Ergebnisse aus der Diskussionsrunde zur Wahl geeigneter Parameter für den Vergleich sind in grau eingefärbter Schriftfarbe hervorgehoben. Da sie grundsätzlich den sachgerechten Vergleich zwischen gebündelten und ungebündelten Infrastrukturvorhaben ansprechen, wurden die Aspekte im Fischgrätendiagramm mittig angeordnet. Die Diskussionsergebnisse zur „Emission durch die Nutzung einer Planierraupe“ sind in schwarzer Schrift dargestellt. Zur besseren Orientierung sind die Durchschnittswerte zur umweltrelevanten Wirkung in einem Auszug rechts oben abgebildet. Aus der Diskussion resultierende Empfehlungen der Expert\*innen sind rechts unten angeordnet.

*Sind die für den Vergleich der Umweltwirkungen gebündelter und ungebündelter Infrastrukturen gewählten Variablen und standardisierten Annahmen sachgerecht?*

*Sind die bezogen auf die angenommenen Variablen und standardisierten Annahmen angenommenen Durchschnittswerte sachgerecht?*

**Abbildung 16: Sachgerechte Annahmen zum Vergleich gebündelter und ungebündelter Infrastrukturen aus der Expert\*innenrunde (nachgestellte Metaplanwand)**



ZUSAMMENFASSUNG

### **Geeignete Annahmen für den Vergleich der Umweltwirkungen**

In der Diskussion konnte die Eignung der einzelnen Annahmen aus der Analyse der Umweltwirkungen für die Variablen und Standards aus dem Tiefbau in den Bereichen Baufeld, die dort vorkommenden Überschussmassen und den Schutzstreifen bestätigt werden.

Die in der Analyse festgelegten Annahmen zu standortbezogenen Gegebenheiten stellten sich als ungeeignet für einen Vergleich heraus, da sie in der Einzelverlegung nicht im erforderlichen Maße abstrahiert werden können. Aufbauend auf den Erfahrungen aus der Planung des Regionalen Verbundsystems Westeifel konnten als schwer generalisierbare Aspekte der Baufeldfreimachung genannt werden:

- ▶ Topografische Gegebenheiten durch die Gebirgsfläche,
- ▶ forst- und landwirtschaftliche Flächennutzung,
- ▶ Ermittlung und Aufwände durch das Vorkommen archäologischer Funde und
- ▶ Ermittlung und Räumung von Kampfmitteln.

Als Ergebnis für die Analyse der Umweltwirkungen kann festgehalten werden, dass ein Einbezug dieser o. g. schwer generalisierbaren Annahmen für einen Vergleich im INTEGRIS-Projekt nicht sachgerecht ist.

### **Annahmen zur Ermittlung der Emission durch die Nutzung einer Planierraupe bei der Grabenherstellung**

In der Diskussion zum sachgerechten Vergleich der Emissionen durch die Nutzung einer Planierraupe bei der Grabenherstellung hat sich ergeben, dass die Emissionen besser über die Dauer der Grabenherstellung darstellbar sind. Denn aus der Erfahrung der Expert\*innen heraus können standardisierte Annahmen zur Arbeitsleistung in m/d getroffen werden. Diese Arbeitsleistung umfasst, anders als in der Vergleichstabelle aufgeführt, die Leistung der Grabenherstellung in Summe der folgenden drei Arbeitsschritte: Öffnung des Grabens, Verlegung der Leitungssysteme und Schließung des Grabens. Aus diesem Verständnis heraus konnten von den Expert\*innen standardisierte Annahmen zur Leistung der Grabenherstellung auch in Abhängigkeit der landschaftsräumlichen Gegebenheiten genannt werden. Für gebündelte Infrastrukturen kann die Arbeitsleistung der Grabenherstellung in Höhe von 60 bis 100 m/d festgehalten werden. Die Leistung der Grabenherstellung bei der Einzelverlegung von Erdgas, Biogas und Strom beträgt 120 bis 150 m/d. Für eine Wasserleitung ist die Leistung geringer. Sie misst 80 bis 100 m/d. Insgesamt verzeichnet der niedrigere Wert eher hemmende Baubedingungen, während der höhere Wert die Leistung bei leichten Bedingungen darstellt. Dabei kann die Leistung durch wechselnde Witterungen, bauliche Herausforderungen durch die Topografie und Bodenverhältnisse gehemmt werden.

Lediglich bei den Annahmen zum Glasfaserkabel müsse nachrecherchiert werden. Aufgrund des Kabeldurchmessers eines Glasfaserkabels ist davon auszugehen, dass beim Bau des Grabens für eine Glasfaserleitung kein begehrbarer Graben erforderlich ist, wodurch von einer anderen Arbeitsleistung bei der Grabenherstellung auszugehen ist als bisher angenommen. Mögliche Werte für die Annahmen können nach den Angaben der Expert\*innen bei der Telekom oder der Bundesnetzagentur erkundet werden.

### **KORREKTURHINWEISE IM ANSCHLUSS AN DEN WORKSHOP:**

- ▶ Im Anschluss an die Expertenrunde kam seitens des ISI ein Korrekturvorschlag zur Ermittlung der Emissionen von Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) durch die Trassenvorbereitung, die Grabenherstellung, das Absenken und die Grabenverfüllung. Die Kalkulation der Emissionen solle besser, wie üblich, über den Kraftstoffverbrauch der Baugeräte ermittelt werden und nicht über ihre Leistung in kW (die nichts über die Effizienz des Gerätes aussagt).

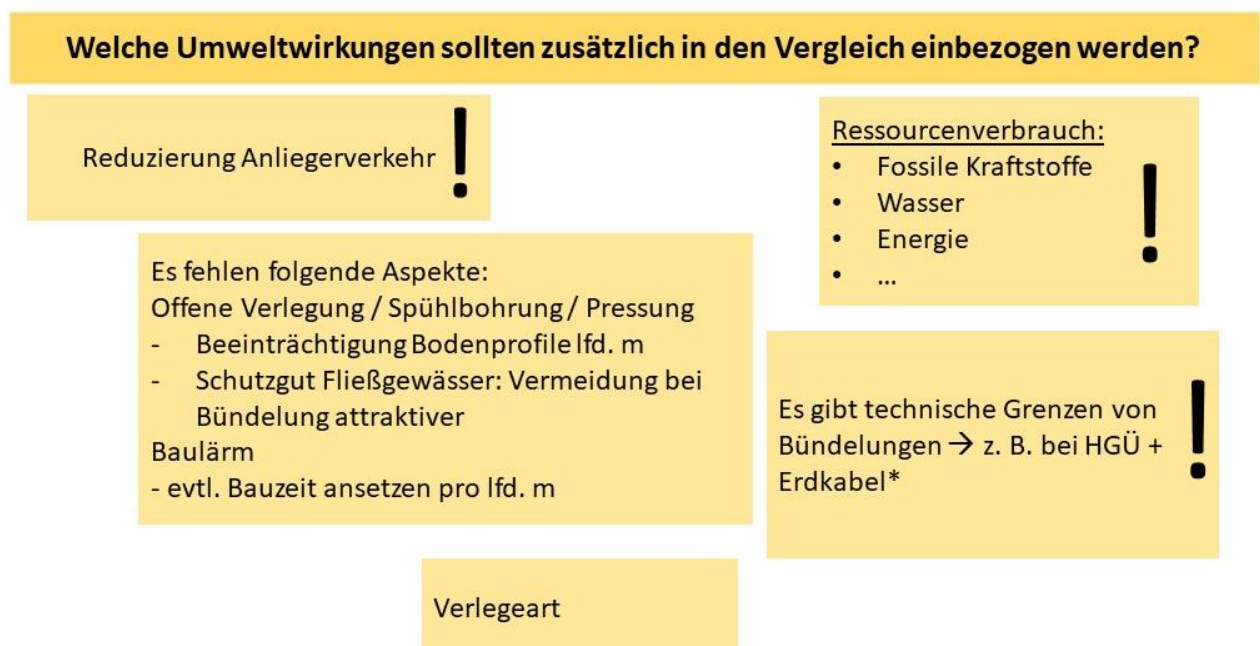
### SCHLUSSFOLGERUNGEN

Resultierend aus den Ergebnissen der Diskussionsrunde werden im INTEGRIS-Projekt die folgenden Anregungen und Hinweise bearbeitet:

- ▶ Im Rahmen der entstehenden Umweltwirkungen durch Gase und Stäube wird die Grabenherstellung in Summe der Arbeitsschritte Grabenöffnung, Verlegung des(r) Leitungssystem(e) und Grabenschließung in der Vergleichstabelle dargestellt. Das gilt für die Ermittlung der Schadstoffemission über die Dauer der Grabenherstellung als auch für die entstehenden CO<sub>2</sub>-Emissionen bei der Grabenherstellung. Zur Verbesserung der Annahmen wird der Kraftstoffverbrauch (i. d. R. Diesel) der Baugeräte und -maschinen für die Kalkulation der Durchschnittswerte in der Vergleichstabelle verwendet.
- ▶ Anpassung der Variablen an die neu recherchierten Werte zum Bau eines Glasfaserkabels und Neukalkulation der Durchschnittswerte für die Vergleichstabelle.
- ▶ Recherche grundsätzlicher Synergieeffekte durch einen integrierten Bau einer Trinkwasser- und Abwasserleitung im Vergleich zur Einzelverlegung. Überprüfung einer Integration der Ergebnisse in den INTEGRIS-Untersuchungsrahmen.

*Welche Umweltwirkung sollte zusätzlich in den Vergleich einbezogen werden?*

**Abbildung 17: Weiter zu betrachtende Umweltwirkungen (nachgestellte Metaplanwand)**



\* Allgemeiner Punkt

### ZUSAMMENFASSUNG

Zur Abfrage weiterer Umweltwirkungen, die beim Vergleich gebündelter und ungebündelter Infrastrukturen zum Tragen kommen sollten, wurden die folgenden Umweltwirkungen genannt:

- ▶ Ressourcenverbrauch (u. a. fossile Kraftstoffe, Wasser, Energie) und
- ▶ Reduzierung des Anliegerverkehrs.

### **Schlussfolgerungen**

Resultierend aus den Ergebnissen der Diskussionsrunde werden im INTEGRIS-Projekt die folgenden Anregungen und Hinweise bearbeitet:

- ▶ Im Rahmen der weiteren Bearbeitung im INTEGRIS-Projekt werden die Möglichkeiten weiterer Darstellungsmöglichkeiten des Ressourcenverbrauchs über die einzelnen Arbeitsschritte überprüft und bei einer Eignung eingebunden.
- ▶ Die Möglichkeit, den Aspekt der Reduzierung des Anliegerverkehrs in die Vergleichstabelle einzubinden, wird überprüft.

## **B.4 Diskussionsrunde 2: Rechtliche Fragen**

### **VORBEREITUNG**

Die Expert\*innenrunde zu den rechtlichen Rahmenbedingungen von Bündelungsvorhaben hat zunächst das Ziel, die Praxiserfahrungen der Teilnehmer\*innen mit der Planung und Zulassung des Verbundsystems Westeifel abzufragen. Zu diesem Zweck sollen die Teilnehmer in einem ersten Schritt durch einen Impulsvortrag zu bündelungsrelevanten Rechtsfragen und den insoweit relevanten Eigenschaften des Verbundsystems aktiviert werden. Auf dieser Grundlage wird in einem zweiten Schritt eine moderierte Diskussion zu einzelnen rechtlichen Aspekten geführt. Anzusprechen sind hier sowohl materiell-rechtliche Bündelungsvorgaben und deren Einfluss auf die konkrete Vorhabengestaltung als auch mögliche verfahrensrechtliche Hemmnisse und deren praktische Handhabung.

Neben der Abfrage der Erfahrungen mit dem Verbundsystem Westeifel als integriert geplantem und realisiertem Vorhaben sollen auch zwei hypothetische Betrachtungen in moderierter Diskussion durchgeführt werden. Die Teilnehmer\*innen werden zum einen dazu befragt, welche rechtlichen Hemmnisse aufgetaucht wären, hätte das Vorhaben ungebündelt realisiert werden sollen. Zum anderen ist der hypothetische Fall zu erörtern, dass das Verbundsystem nicht integriert, sondern additiv durch mehrere Vorhabenträger geplant und realisiert worden wäre.

Das Vorgehen soll sicherstellen, dass nicht die Zufälligkeit des konkreten Zuschnitts des Verbundsystems Westeifel als Fallbeispiel die Diskussion der bündelungsrelevanten Rechtsfragen bestimmt, sondern darüber hinaus auch diejenigen Fragen adressiert werden, die sich zwar nicht im Rahmen des KNE-Vorhabens, aller Voraussicht nach aber in künftigen Vorhaben stellen und ebenfalls repräsentativ sind. Die Ergebnisse der Diskussion dienen der Kontrolle und Schwerpunktbildung der Ausrichtung der juristischen Teiluntersuchung in AP2 von INTEGRIS. Sie sind Teil der retrospektiven Betrachtung des Verbundsystems Westeifel als Fallbeispiel und bereiten durch die hypothetischen Betrachtungen die stärker prospektive Betrachtung des Änderungsbedarfs im Rechtsrahmen vor.

ERGEBNISSE DER 2. DISKUSSIONSRUNDE - RECHTLICHE FRAGEN

**Impulsvortrag zu den rechtlichen Fragestellungen und bündelungsrelevanten Differenzierungen im Recht**

Von der zugrunde gelegten Forschungshypothese ausgehend, dass die Bündelung von leitungsgebundenen unterirdischen Infrastrukturen gegenüber ihrer ungebündelten Ausführung Nachhaltigkeitsvorteile mit sich bringt, wurden die in INTEGRIS maßgeblichen rechtlichen Fragestellungen im Rahmen eines Impulsvortrags vorgestellt. Diese sind zum einen auf die Ermittlung von Bündelungspflichten und Hemmnisse für die Realisierung von Bündelungsvorhaben im gegenwärtigen Rechtsrahmen gerichtet. Zum anderen zielen sie auf die Erkenntnis ab, wie der gegenwärtige Rechtsrahmen fortzuentwickeln ist, um einen möglichen künftigen Bedarf für stärker gebündelte und integrierte Infrastrukturvorhaben befriedigen zu können.

Bei den Bündelungspflichten i. S. materieller Bündelungsvorgaben wurde zwischen Bündelungsgeboten und Bündelungsverboten (oder Trennungsgeboten) unterschieden. Als bedeutender Umstand des geltenden Rechts wurde zudem herausgestellt, dass die Vorhabenkonzeption gerade auch hinsichtlich der Planung und Ausführung als gebündeltes Vorhaben beim jeweiligen Vorhabenträger liegt. Behörden haben hierauf auch über die im Recht an verschiedener Stelle vorgesehenen Alternativenprüfungen nur einen äußerst begrenzten Einfluss. Vorgaben der Raumplanung, die eine gebündelte Ausführung erzwingen, sind nicht explizit im Rechtsrahmen angesprochen und dürften in aller Regel auch im Wege der Auslegung nicht zu ermitteln sein.

**Abbildung 18: Folien zu Impulsvortrag "Rechtliche Rahmenbedingungen"**



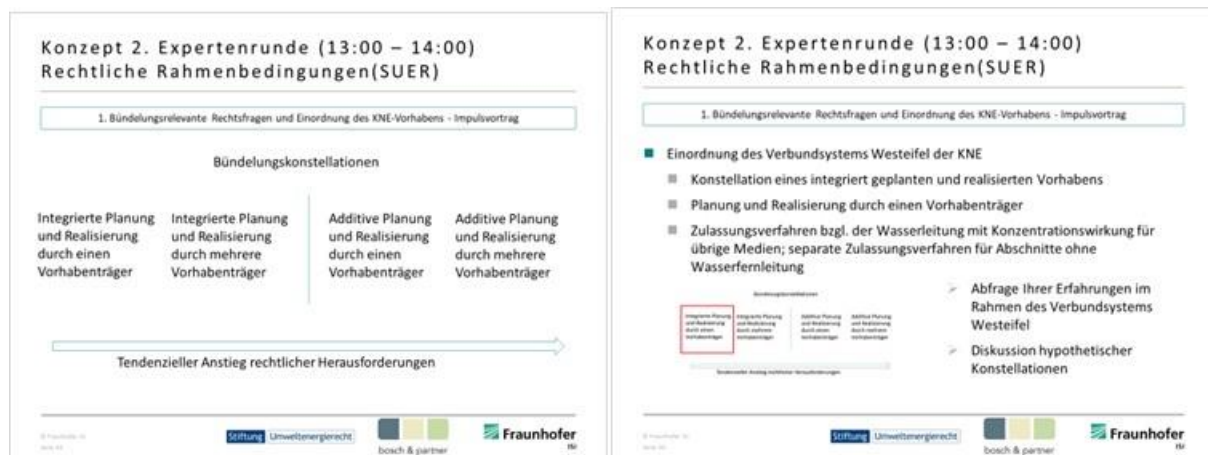
Hinsichtlich möglicher Hemmnisse des gegenwärtigen Rechtsrahmens für die Realisierung von Bündelungsvorhaben wurde die Notwendigkeit der Differenzierung zwischen unterschiedlichen

Bündelungskonstellationen aufgezeigt. Gerade mit Blick auf verfahrensrechtliche Hemmnisse dürfte es zum einen von Bedeutung sein, welche Medien zusammentreffen, da hiernach das jeweilige Zulassungsregime mit je unterschiedlichen Zulassungswirkungen zu bestimmen ist (bspw. kein Zulassungsverfahren; bauordnungsrechtliches Verfahren ohne Verfahrenskonzentration; immissionsschutzrechtliches Verfahren mit Konzentrationswirkung; Planfeststellung/Plangenehmigung etc.). Zum anderen ist der Umstand von Bedeutung, ob es einen einheitlichen oder mehrere unterschiedliche Vorhabenträger gibt, deren teils gegenläufige Interessen in voneinander formell unabhängigen Verwaltungsverfahren miteinander koordiniert werden müssen. In Fällen additiver Bündelung könnten darüber hinaus Informationsdefizite der späteren Vorhabenträger sowie Defizite bei den Zugriffsmöglichkeiten auf die Infrastrukturen der Altassen gegeben sein, die durch gesetzliche Regelungen heute möglicherweise nicht ausreichend und nur punktuell adressiert werden.

Im Folgenden wurden den Teilnehmer\*innen des Workshops die vor dem Hintergrund der maßgeblichen Rechtsfragen relevanten (abstrakten) Fallkonstellationen vorgestellt und entsprechend der mit ihnen verbundenen rechtlichen Herausforderungen gereiht.

Entsprechend der aufgezeigten Differenzierungen wurde im nächsten Schritt das Verbundsystem Westeifel der KNE beschrieben und in das vorstehend bezeichnete Kontinuum an Fallkonstellationen einsortiert. Aufgrund der maßgeblichen Eigenschaften des KNE-Vorhabens, bei dem ein einheitlicher Vorhabenträger das umzusetzende Vorhaben integriert geplant hat, zudem eine integrierte Umsetzung beabsichtigt ist und damit dem Zulassungsverfahren für die beantragte Fernwasserleitung für den überwiegenden Teil des Vorhabens eine Plangenehmigung mit Wirkungen auch für die übrigen Medien gegeben ist, handelt es sich um eine Konstellation von tendenziell geringerer Komplexität.

**Abbildung 19 Folien zu Impulsvortrag "Rechtliche Rahmenbedingungen"**



**MODERIERTE DISKUSSION**

Aufbauend auf das vorstehend skizzierte Impulsreferat wurde in eine moderierte Diskussion übergeleitet. Die Ergebnisse werden im Folgenden dokumentiert.

*2a) Bündelungsrelevante rechtliche Aspekte des Verbundsystems Westeifel*

**Zusammenfassung**

Neben den bereits im Impulsreferat hervorgehobenen bündelungsrelevanten Eigenschaften des Verbundsystems Westeifel identifizierten Teilnehmer weitere Aspekte, die sich im jetzigen Rechtsrahmen als Hemmnisse für die Realisierung von Bündelungsvorhaben erweisen.

**Abbildung 20 Folie zur Diskussionsrunde „Rechtliche Rahmenbedingungen“**

Konzept 2. Expertenrunde (13:00 – 14:00)  
Rechtliche Rahmenbedingungen(SUER)

2a) Bündelungsrelevante rechtliche Aspekte des Verbundsystems Westeifel – moderierte Diskussion

- Rechtliche Verpflichtungen/Anreize für die Ausführung des Verbundsystems als Bündelungsvorhaben?
  - Haben materiell-rechtliche Vorgaben bei der Entscheidung für eine Bündelung eine Rolle gespielt? Wenn ja, welche?
  - Ist die Verfahrenskonzentration ein Anreiz für die Ausführung eines Vorhabens als Bündelungsvorhaben? Gibt es weitere Vorteile für den Vorhabenträger?
- Rechtliche Hemmnisse für die Bündelung verschiedener Medien
  - Hemmnisse organisatorischer Art und Umgang mit diesen (bspw. Gründung der AöR)?
  - Umgang mit materiell-rechtlichen Hemmnissen (bspw. Vereinbarkeit mit Trennungsgeboten)?
  - Weitere bündelungsspezifische Hemmnisse?

© Fraunhofer ISI Seite 47 Stiftung Umweltenergie recht bosch & partner Fraunhofer ISI

Explizit wurde der materielle Vorhabenbegriff des Zulassungsrechts als Hindernis benannt. Wenn, wie im Rahmen des KNE Vorhabens, über die Zulassung einer Fernwasserleitung im Rahmen eines Plangenehmigungsverfahrens zu entscheiden ist, stellt sich die Frage, inwieweit hier auch über die Zulassung weiterer Infrastrukturen, konkret eine Erd- und eine Biogasleitung, Lichtwellenleiter (Glasfaserkabel) sowie Stromleitungen (20 kV sowie 110 kV), mitentschieden werden kann. Eine ge-

setzgeberische Klarstellung hinsichtlich dieser Möglichkeit wurde angeregt.

Da für diejenigen Abschnitte des Verbundsystems der KNE, in denen keine Fernwasserleitung verläuft, die Genehmigung der übrigen Leitungen in je einzelnen Zulassungsverfahren eingeholt werden mussten, wurde nach Bericht der Teilnehmer\*innen die Einreichung zahlreicher Mehrfachexemplare von Genehmigungsunterlagen erforderlich. Aufgrund der notwendigen Durchführung einer Mehrzahl an Verfahren habe überdies ganz allgemein ein Mehraufwand für Vorhabenträger und Behörden bestanden, der bei Durchführung eines einheitlichen Genehmigungsverfahrens geringer gewesen wäre. Während das Projektmanagement im Falle eines einheitlichen Verfahrens überwiegend bei der Zulassungsbehörde liege, müsse dieses im Falle einzelner Zulassungsverfahren in stärkerem Maße vom Vorhabenträger übernommen werden. Es wurde angeregt, über die Option einer freiwilligen Verfahrensbündelung nachzudenken – ähnlich wie man im Falle der UVP den freiwilligen Gang in dieses Verfahren eingeführt habe.

Hingewiesen wurde zudem auf den Umstand, dass gerade durch die Ausführung als Verbundsystem in verschiedenen Fällen vergaberechtsrelevante Grenzwerte überschritten würden, die eine europaweite Ausschreibung von Teilleistungen erforderten und es so verhinderten, dass etwa im Wege der freihändigen Vergabe Leistungen an regionale Dienstleister vergeben werden könnten, um zur regionalen Wertschöpfung beizutragen.

Aus Sicht der Träger öffentlicher Belange wurde die Bündelung der verschiedenen Leitungen in einem Verbundsystem schließlich als Umstand beschrieben, der es erleichtert habe, die Erfüllung des Vermeidungsgebots als Teilanforderung der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung als gegeben anzusehen.

**SCHLUSSFOLGERUNGEN**

Die Ergebnisse bestätigen im Wesentlichen die bisherige Konzeption der juristischen Untersuchung. Punktuell – etwa mit Blick auf die Relevanz des Vorhabenbegriffs im Genehmigungsrecht – sind jedoch zusätzliche Aspekte aufzunehmen, wenn und soweit sie nicht allein Spezifika des Vorhabens der KNE widerspiegeln, sondern eine gewisse Allgemeingültigkeit für leitungsgebundene Bündelungsvorhaben beanspruchen können.

*2b) Vergleich zwischen dem Verbundsystem Westeifel und ungebündelten Vorhaben hinsichtlich rechtlich relevanter Bündelungsaspekte*

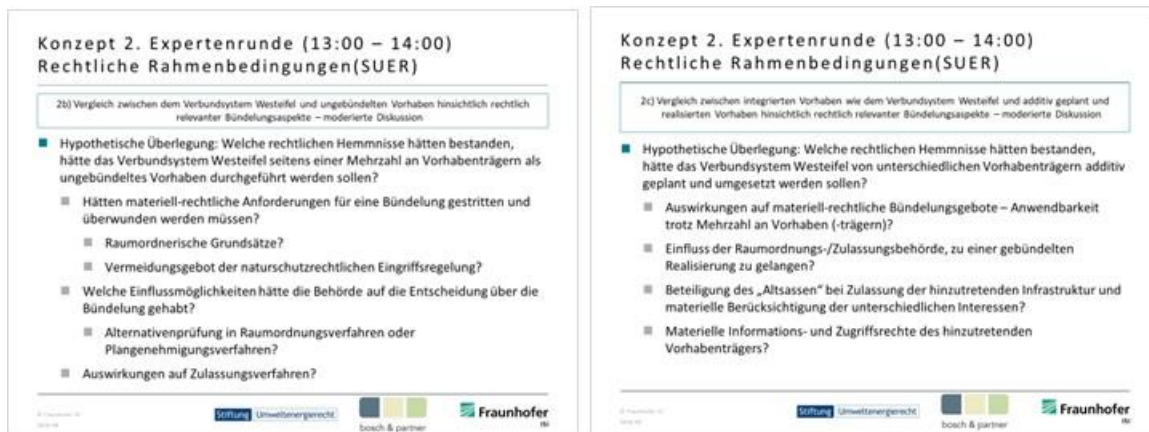


## Zusammenfassung

Im zweiten Schritt der moderierten Diskussion wurde eine vergleichende Betrachtung zwischen Planung und Realisierung des Verbundsystems Westeifel einerseits und dem hypothetischen Fall seiner Ausführung als ungebündeltes Vorhaben durchgeführt.

Zunächst wurde die Leitfrage diskutiert, inwieweit der geltende Rechtsrahmen materiell-rechtliche Anforderungen enthält, die im Einzelfall gar die gebündelte Ausführung eines Vorhabens erzwingen können.

## Abbildung 21 Folie zur Diskussionsrunde „Rechtliche Rahmenbedingungen“



Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer hoben hervor, dass dies praktisch nie der Fall sein dürfte. Als Gründe wurden hierfür benannt, dass es der Vorhabenträger selbst ist, der das Vorhaben konzipiert und der Behörde zur Genehmigung vorlegt. Rein theoretisch wären allenfalls Konstellationen denkbar, in denen der Umstand fehlender Bündelung zur Versagung der Genehmigung führe. In diesem Fall sei es dann am Vorhabenträger, ein neues – gebündeltes – Vorhaben zur Genehmigung vorzulegen.

Allenfalls sahen die Teilnehmer einen geringen Einfluss der Behörden auf die Konzeption der Vorhaben auch in den an verschiedenen Stellen vorgesehenen Alternativenprüfungen begründet. Auch diese erlaubten es nicht, das zur Genehmigung vorgelegte Vorhaben in seinem Kern auszutauschen, d. h. dessen Identität zu verändern. Ein Austausch eines ungebündelten Vorhabens gegen ein Verbundvorhaben sei hier deshalb nicht möglich.

## SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die Diskussion bestätigte die bisherige Einschätzung, dass der relevante Rechtsrahmen kaum Möglichkeiten vorsieht, Vorhabenträger zu einer Bündelung von Infrastrukturen zu veranlassen, selbst wenn dies aus Nachhaltigkeitsgründen vorteilhaft ist. Dieser Umstand wird im Rahmen der Behandlung von Fortentwicklungsoptionen eingehender zu beleuchten sein.

### *2c) Vergleich zwischen integrierten Vorhaben wie dem Verbundsystem Westeifel und additiv geplanten und realisierten Vorhaben hinsichtlich rechtlich relevanter Bündelungsaspekte*

## Zusammenfassung

Schließlich wurde in einem dritten Schritt eine vergleichende Betrachtung zwischen integriert geplanten und realisierten Bündelungsvorhaben wie dem Verbundsystem der KNE-Westeifel einerseits und additiv geplanten und realisierten Bündelungsvorhaben unterschiedlicher Vorhabenträger andererseits durchgeführt.

In diesem Rahmen wurde insbesondere diskutiert, inwieweit die Regelungen des Gesetzes zur Erleichterung des Ausbaus digitaler Hochgeschwindigkeitsnetze, das sog. DigiNetzG, für den

Ausbau von Glasfasernetzen auch auf die Bündelung anderer Infrastrukturen übertragen werden könne.

Vorbehalte wurden insbesondere gegen die im DigiNetzG vorgesehene Möglichkeit Dritter geltend gemacht, auf fremde Infrastrukturen zum Zwecke der Bündelung zuzugreifen. Es wurden die Interessengegensätze zwischen bündelungswilligen Vorhabenträgern und Altsassen betont und gesetzlicher Zwang in diesem Bereich abgelehnt.

### Schlussfolgerungen

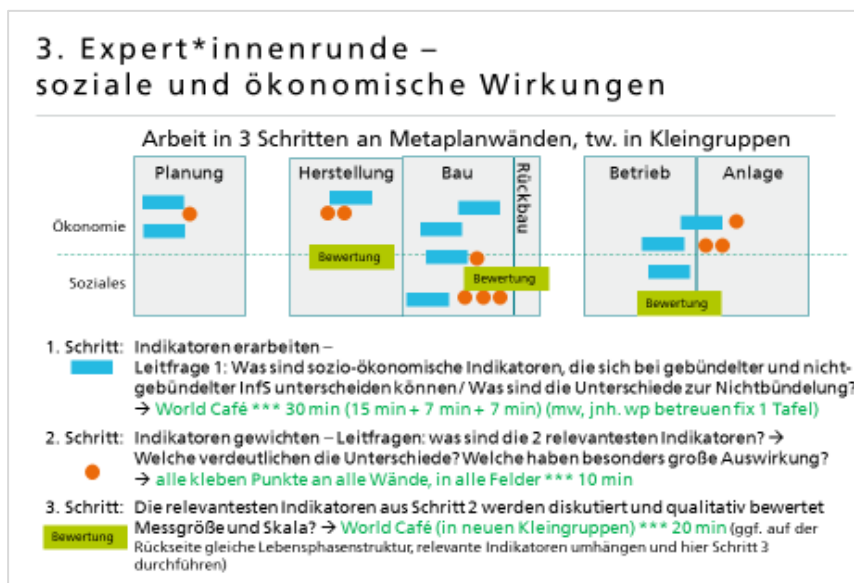
Die Diskussion hat die Vorbehalte auf der Seite von Vorhabenträgern gegen gesetzliche Eingriffe in die Gestaltung ihrer Vorhaben entsprechend denen des DigiNetzG deutlich gemacht. Eine gesetzliche Regulierung der hier relevanten Fragen der Inanspruchnahme von Infrastrukturen Dritter müsste – so sie denn überhaupt für sinnvoll erachtet wird – mit erheblichem Ausweichverhalten von Verpflichteten rechnen und darauf reagieren.

## B.5 Diskussionsrunde 3: Sozioökonomische Indikatoren

### VORBEREITUNG

In der 3. Runde sollten mithilfe der teilnehmenden Expertinnen und Experten die relevanten sozioökonomischen Indikatoren und die Möglichkeit, diese zu bewerten, identifiziert werden. Dazu wurden im ersten Schritt in drei Kleingruppen Indikatoren identifiziert (World Café). Im zweiten Schritt wurden die Indikatoren von allen Teilnehmenden priorisiert und im dritten Schritt sollten in einem weiteren World Café Messgrößen für die Indikatoren erarbeitet werden.

Abbildung 22: Arbeitsschritte der 3ten Expert\*innenrunde



### ERGEBNISSE DER 3. DISKUSSIONSRUNDE - SOZIOÖKONOMISCHE INDIKATOREN

Folgende Hinweise zu diesen Indikatoren kamen in der Diskussion der vorhergehenden Diskussionsrunden zur Sprache:

- Beteiligung der Landesarchäologie nach § 21 des Denkmalschutzgesetzes „Die Träger öffentlicher oder privater Bau- oder Erschließungsvorhaben oder von Vorhaben zum Abbau von

Rohstoffen oder Bodenschätzen, deren Gesamtkosten jeweils 500.000 EUR übersteigen, können als Veranlasser im Rahmen des Zumutbaren zur Erstattung der Kosten erdgeschichtlicher oder archäologischer Nachforschungen und Ausgrabungen einschließlich der Dokumentation der Befunde verpflichtet werden. Diese Entscheidung einschließlich der Festsetzung und Anforderung des Erstattungsbetrages, der in der Regel 1 v. H. der Gesamtkosten der Vorhaben nicht überschreiten soll, erfolgt durch die Denkmalfachbehörde. Das für Denkmalpflege zuständige Ministerium erlässt die zur Durchführung dieser Regelung erforderliche Verwaltungsvorschrift...“ Zum Teil ruhte die Arbeit auf den KNE-Baustellen, während archäologische Grabungen gemacht wurden. Dies wurde auch als große Chance für RLP gesehen, einmal eine „Querschnittsgrabung“ zu machen.

- ▶ Der Kampfmittelräumdienst und vorhandene Altlasten waren zu berücksichtigen.
- ▶ Von den 144 Fasern der Lichtwellenleiter (LWL) sind 24 im Eigentum der KNE, die später zu Mess- und Regelzwecken genutzt werden können.
- ▶ Betreiber von Breitbandleitungen verlegen ihre LWL gerne neben Hochdruckgasleitungen, da es dann zu deutlich weniger Unfällen durch Baggerarbeiten o. ä. kommt.
- ▶ Wesentliche Faktoren werden in Schutzstreifen, Baufeld und Anschlussmaßnahmen gesehen (Herr Heintz).
- ▶ DigiNetzG: Auswirkungen des Gesetzes zur Erleichterung des Ausbaus digitaler Hochgeschwindigkeitsnetze (DigiNetzG) auf das Telekommunikationsgesetz durch die Pflicht der Eigentümer/Betreiber von bestehenden Einrichtungen zur Bereitstellung von Informationen und zur Duldung der Mitbenutzung.

Die dritte Diskussionsrunde zu sozioökonomischen Aspekten wurde methodisch als "World Café" durchgeführt. Dabei wurden für die drei betrachteten Lebensphasen jeweils in der Kleingruppe folgende Leitfragen bearbeitet:

*Leitfrage 1: Was sind sozioökonomische Indikatoren, die sich bei gebündelter und nicht-gebündelter Infrastrukturen unterscheiden können/Was sind die Unterschiede zur Nichtbündelung?*

*Leitfrage 2: Wie lassen sich die Indikatoren gewichten – Was sind die relevantesten Indikatoren? Welche verdeutlichen die Unterschiede? Welche haben besonders große Auswirkung?*

Die beiden Leitfragen wurden für die folgenden drei Lebensphasen eines Bauprojektes erarbeitet:

- ▶ Planung,
- ▶ Herstellung Bau Rückbau,
- ▶ Betrieb der Anlage.

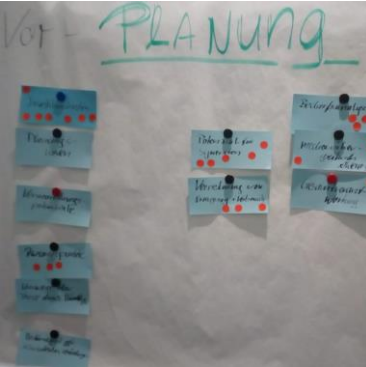
Diese Lebensphasen orientieren sich an der Einteilung, die in der ersten Expert\*innenrunde auf Basis der in der UVP vorgegebenen Struktur vorgenommen wurde.

An drei Metaplanwänden wurden in drei Kleingruppen die Indikatoren für jede Lebensphase erarbeitet. Dabei wurde von jeder Kleingruppe an jeder Metaplanwand gearbeitet resp. weitergearbeitet. Anschließend konnte jeder Teilnehmer und jede Teilnehmerin 3 Punkte pro Planwand zur Priorisierung der wichtigsten Indikatoren verteilen.

### Vorplanung/Planung

Die für die Vorplanungs- und Planungsphase identifizierten Faktoren sind in Abbildung 23 zusammengefasst. Die wichtigsten sind demnach die *Investitionskosten*, das *Potenzial für Synergien* und im Sinne des regionalen Verständnisses und Vorankommens die *Region zu lesen*.

**Abbildung 23: Identifizierte sozioökonomische Faktoren im Rahmen von Vorplanung und Planung sowie deren Priorisierung**

	Vorplanung	Planung
	(6) Investitionskosten	(5) Potenzial für Synergien
	(3) Zwangspunkte	(5) Region lesen
	Planungskosten	(3) Politischer Wille
	Vermarktungspotenziale	(3) Bedarfsanalyse
	Umwege der Trasse durch Bündelung	(3) Vernetzung von Erzeugung und Verbrauch
	Beständigkeit gegenüber klimatischen Veränderungen	(3) medienübergreifender Akteur?
		(1) Gesamtverantwortung

### Betrieb der Anlage

Für den Betrieb der Anlage wurden die meisten sozioökonomischen Faktoren gefunden. Die Faktoren wurden im Rahmen der Diskussion nach positiven und negativen Faktoren bzgl. der Bündelung sortiert. Als mit Abstand am höchsten priorisierter positiver Faktor wurde die *Flächeneinsparung durch Bündelung* genannt. Danach kommen die durch Bündelung mögliche *Sektorkopplung* und Senkung der *Betriebskosten* (vgl. Tabelle 38).

**Tabelle 38: Identifizierte sozioökonomische Faktoren im Rahmen des Betriebs sowie deren Priorisierung**


Betrieb/Anlage		
gebündelt ++		gebündelt --
(7) Flächeneinsparung d. Bündelung	(2) "Resilienz" Risiko "Anschlag" ++es sich besser schützen, --es lässt sich besser finden	Unfallrisiko möglicherweise größer
(4) Sektorkopplung	(1) Widerstandsfähigkeit gegenüber außergewöhnlicher Einwirkung (Bagger...)	
(4) Betriebskosten, inkl. Personalk.	(1) Lebensdauer	
(2) Landwirtschaft (Gestattungsverträge) grundsätzlich negativ, aber je gebündelter desto besser	(1) Flexibilität	
(2) Hochwertige Arbeitsplätze	Beständigkeit gegen klimatische Veränderungen	

(1) Potenzial zur Optimierung des Betriebs	Wartung, Reparatur
(1) Einbindung vorhandener Infrastrukturen	

### Herstellung - Bau - Rückbau

Für den Bereich Herstellung, Bau, Rückbau der Anlagen wurden die meisten Faktoren für den Bau der Anlage genannt (vgl. Abbildung 24). Hier sind die beiden Punkte *Lokale Wertschöpfung* und *Akzeptanz Bevölkerung, Politik, AG* mit großem Abstand als am wichtigsten priorisiert worden. Im Bereich Herstellung wurde der Faktor *Lokale Baustoffe* identifiziert, der hier ebenfalls unter *Lokale Wertschöpfung* gefasst werden kann. Insgesamt wird der Bündelung ein gutes Image zugeschrieben, was in den weiteren Betrachtungen unter *Akzeptanz* subsummiert wird.

**Abbildung 24: Identifizierte sozioökonomische Faktoren im Rahmen von Herstellung, Bau und Rückbau sowie deren Priorisierung**

Herstellung	Bau	Rückbau
(4) Regionale Baustoffe (Ausschreibung)	(9) Lokale Wertschöpfung	Eigentumsfrage
	(9) Akzeptanz Bevölkerung, Politik, AG	
	(5) Image Bündelung	
	(3) Baulärm, Staub	
	(2) Störung der örtlichen Infrastruktur	
	Einbußen bei Landwirtschaft	
	Vergaberecht EU	
	Hoheitliche Aufgabe	
	Beteiligte Unternehmen: Verhältnis Festangestellte zu bspw. Leiharbeitern	
	Landesarchäologie (1 % Bausumme)	
	Gründung der Landwerke Eifel	

### Zusammenfassung

Wenn man die identifizierten Indikatoren unabhängig von der Lebensphase des Projektes betrachtet, sind folgende Indikatoren als am wichtigsten genannt:

- ▶ Investitionskosten,
- ▶ Potenzial für Synergien,
- ▶ Region lesen (für die Region etwas Gutes entwickeln),

- ▶ Flächeneinsparung,
- ▶ Sektorkopplung,
- ▶ Betriebskosten,
- ▶ Regionalität/lokale Wertschöpfung,
- ▶ Akzeptanz.

Hier ergeben sich offensichtliche Überschneidungen, so dass man die wichtigsten Indikatoren wie folgt clustern kann:

Kosten	Synergien	Region/Akzeptanz
Investitionskosten Betriebskosten	Potenzial für Synergien Sektorkopplung	Region lesen (für die Region etwas Gutes entwickeln) Regionalität/lokale Wertschöpfung Akzeptanz

**Ein Blick in die Zukunft: Wir schreiben das Jahr 2050**

**Vorbereitung**

Im letzten kreativen Teil des Workshops gab es einen kurzen Einführungsvortrag zu Megatrends und zum Stand der Infrastrukturen von vor 30 Jahren mit Thesen zum Jahr 2050, um die Expert\*innen anzuregen, sich in ca. 30 Minuten in zwei Gruppen mit der Frage „Was sind die Infrastrukturen der Zukunft?“ auseinander zu setzen.

**Abbildung 25: Impulsfolie für die Expert\*innenrunde zu den Infrastrukturen der Zukunft**

**Ein Blick in die Zukunft: Wir schreiben das Jahr 2050...**



- Wie entwickeln sich die Infrastrukturen in der Zukunft?
- Welche Voraussetzungen müssen bis 2050 erfüllt sein?
- Welche Entwicklungen wird es geben?
- Welche Bedarfe entwickeln sich?

Das Jahr 2050 (um ca. 75. J. 1999)  
Die Vision der Zukunft wird in Dialogen, Publikationen durch die weltweite Öffentlichkeit über die Vision der Zukunft. Auf dem Hoch-Schienenfeld in vier oder fünf Ebenen der Fahrzeugbahn durch die Innenstadt. Auf den Hoch-Schienenfeldern werden die hochgeschwindigkeitsfähigen, im Luftstraßensystem stromlos, Gegenverkehr gegen den Hauptverkehr ein, und die Luftstraßenbahnen sind Überflüge geworden. Straßen- und Flugstraßen werden oberhalb über den Straßenbahnen sein. Sie werden über die Straße mit einem bis zu 1000 Kilometer Ausbreitung werden werden. (Quelle: www.zeitung.de)

**Ergebnisse der 4 Runden zu den Infrastrukturen der Zukunft**

In der 4. Runde wurde in 2 Gruppen erarbeitet, welches die Entwicklungen und Bedarfe an die Infrastrukturen der Zukunft sind und wie Voraussetzungen und Randbedingungen aussehen könnten.

**Tabelle 39: Infrastrukturen der Zukunft**

Was sind die Infrastrukturen der Zukunft?	
Was werden Entwicklungen, Bedarfe, Voraussetzungen, Randbedingungen sein?	
Gruppe 1	Gruppe 2
Virtuelle Dienstreisen	Wasserstoffleitung in bestehenden Gasleitungen
Dezentrales Arbeiten	E-Mobilität nur in der Stadt
Rohstoffeffizienz	Weiterentwicklung vorhandener Strukturen
Verkehrsinfrastruktur aus einer Hand	Überregionale Wasserversorgung
Lokale Systeme (Sicherheit, Stadt-Land ...)	Versorgung ländlicher Räume
ÖPNV-Ausbau	Flächendeckende Vernetzung
Verkehrsvernetzung	Verkehr auf der Schiene
Dezentrale PV Anlage --> E Auto; Einspeisung	Strombetriebene LKW
Strom sparen + Effizienz + Suffizienz	
Wenn kein Weltkrieg, 2070 E-Versorgung 100 % regenerativ	
Migration durch Klimawandel	
Kennzeichnung von Produktion bzgl. Ökobilanz/CFP...	
Verhaltensänderungen nötig, damit es allen Menschen gut geht	
Abwasser --> Trennsystem/Kreislauf	
Solarzellen auf versiegelten Flächen (Radweg, Häuser, Parkplätze...)	
Intelligente Steuerungssysteme, die übergreifend sind	
Wasserstoff-Leitung	
In 2050 nicht mehr so wichtig, in der Stadt zu leben	

Die Clusterung der gesammelten Punkte ist in Tabelle 40 zusammengefasst. Oberthemen sind die Einzel-Infrastrukturen Verkehr, Gas, Wasser, Erneuerbare Energien und Digitales sowie das Thema Dezentralisierung im Sinne der Stärkung ländlicher Räume.

**Tabelle 40: Workshop-Ergebnis: Erwartete Zukunftsentwicklungen nach Themen zusammengefasst**

Was sind die Infrastrukturen der Zukunft?						
Was werden Entwicklungen, Bedarfe, Voraussetzungen, Randbedingungen sein?						
Verkehr	Gas	Wasser	Digitale Infrastruktur	Erneuerbare Energien	Dezentralisierung	Verschiedenes
Verkehrsvernetzung	Wasserstoffleitung	Abwasser --> Trennsystem/ Kreislauf	Intelligente Steuerungssysteme, die übergreifend sind	Dezentrale PV Anlage --> Elektro-Auto; Einspeisung	Dezentrales Arbeiten	Migration durch Klimawandel
ÖPNV-Ausbau	Wasserstoffleitung in bestehenden Gasleitungen	Überregionale Wasserversorgung	Flächendeckende Vernetzung	Solarzellen auf versiegelten Flächen (Radweg, Haus, Parkplatz)	Virtuelle Dienstreisen	Verhaltensänderungen nötig, damit es allen Menschen gut geht
Verkehrsinfrastruktur aus einer Hand (Bahn & Verkehrsverbünde & Taxis & Fahrrad)				sofern kein Weltkrieg - 2070: E-Versorgung 100 % regenerativ	In 2050 nicht mehr so wichtig, in der Stadt zu leben	Rohstoffeffizienz
Weiterentwicklung vorhandener Strukturen					Versorgung ländl. Räume	Strom sparen + Effizienz + Suffizienz
Verkehr auf der Schiene					Lokale Systeme (Sicherheit, Stadt-Land...)	Kennzeichnung von Produktion bzgl. Ökobilanz/CFP...
E-Mobilität nur in der Stadt						
Strombetriebene LKW						

### Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Zur Frage „was sind die Infrastrukturen der Zukunft?“ diskutierten die Workshop-Teilnehmer sehr engagiert. Ein Schwerpunkt war dabei die zukünftige Entwicklung in Städten und im ländlichen Raum, die sehr unterschiedlich beurteilt wurde.

Die Ergebnisse beinhalten keine disruptiven oder überraschenden Infrastrukturkonzepte, sondern spiegeln schon heute angedachte Entwicklungen in die Zukunft.



## B.6 Zusammenfassung und Ausblick

Das KNE-Projekt ist das größte dieser Art. Es wird insbesondere durch seine integrierte Planung und auch Ausführung sowie seine Dimensionierung und Regionalität charakterisiert. Insbesondere für vergleichbar strukturierte Bündelungsvorhaben erlaubt die Betrachtung des KNE-Projektes im Rahmen des gemeinsamen Workshops Rückschlüsse in Bezug auf deren Nachhaltigkeit. Im Falle positiver Ergebnisse kann, insoweit es auch eine Vorbildwirkung erreicht, das KNE-Vorhaben als Leuchtturmprojekt bezeichnet werden.

Zu beachten ist jedoch auch, dass die Betrachtung des KNE-Vorhabens aufgrund der ihm eigenen Charakteristika nicht alle Aspekte abbilden kann, die im Rahmen der theoretischen Auseinandersetzung mit Bündelungsvorhaben aus umweltplanerischer, ingenieurwissenschaftlicher und rechtlicher Sicht als bedeutsam für die Nachhaltigkeitsbewertung von Bündelungsvorhaben herausgearbeitet wurden. Unmittelbar können aus der Betrachtung des KNE-Vorhabens weder Aussagen für additiv geplante und realisierte Bündelungsvorhaben gewonnen werden, die allerdings im Rahmen von INTEGRIS auch nicht im Fokus stehen. Noch können die gewonnenen Erkenntnisse unmittelbar auf solche Vorhaben übertragen werden, die – anders als im Falle des KNE-Projekts – verschiedene Medien umfassen, deren Planung und Realisierung gerade nicht durch eine einzige juristische Person, sondern verschiedene, voneinander unabhängige Einheiten erfolgt. In diesem Sinne fehlt im Projekt KNE ein Komplexitätsgrad, zu dem im Workshop dementsprechend keine Erkenntnisse gewonnen werden konnten.

Trotz der gemachten Einschränkung konnte der gemeinsame Workshop mit Akteuren des KNE-Projekts die ihm zgedachten Funktionen im Rahmen von INTEGRIS erfüllen. Zum einen konnten die auf theoretischer Grundlage erarbeiteten bisherigen Ergebnisse validiert und das weitere Untersuchungsprogramm, soweit nötig, angepasst, im Übrigen bestätigt werden. Der Workshop erlaubte dabei nicht allein die Erfassung der Erfahrungen mit dem Projekt in der Westeifel. Vielmehr konnten die Teilnehmer auch als Experten für Infrastrukturvorhaben zu hypothetischen Konstellationen mit anderen Charakteristika befragt werden. Dies erlaubt jedenfalls heuristische Abschätzungen, die den weiteren Untersuchungen als Hypothesen zugrunde gelegt werden können. Entsprechendes gilt auch insoweit, als dass der Workshop bereits zum Anlass genommen werden konnte, erste Zukunftsprojektionen hinsichtlich des Bedarfs für gebündelte Infrastrukturen in der Zukunft sowie die an sie zu stellenden Anforderungen zu diskutieren und damit erste Ansätze für den anstehenden Szenarienworkshop zu gewinnen.

Im Weiteren ist im Hinblick auf die zukünftige Gestaltung möglichst umweltschonenderer Lösungen im weiteren Verlauf des Projektes INTEGRIS zu untersuchen, ob und inwiefern die aus den Diskussionsergebnissen abzuleitenden ökologischen, sozioökonomischen und rechtlichen Aspekte eine nachhaltige Entwicklung gebündelter Infrastruktur unterstützen können. Das umfasst insbesondere die

- ▶ Nutzbarmachung und Nutzung von Synergien bei der Bündelung der aus dem Fallbeispiel bekannten Leitungssysteme in der Praxis. Das betrifft sowohl die Planung neuer Leitungen als auch die Ergänzung bestehender Infrastruktur sowie den Austausch alter Leitungen.
- ▶ Anpassungsbedarfe, die heute erforderlich sind.
- ▶ Anpassungsbedarfe, die heute bereits für künftige Technologien mitzudenken und zu schaffen sind.

## C Anhang 3: Nachhaltigkeitsbewertung

### C.1 Indikatorkatalog I - Gesamtheit der in der Quellenrecherche gefundenen potenziellen Indikatoren

**Tabelle 41: Indikatorenkatalog-I ökologische Dimension der Nachhaltigkeit (eigene Darstellung basierend auf: Literatur aus Kap. 3)**

Wirkungskategorie	Indikator	Literaturkategorie	Literaturangabe
Effizienter Einsatz (nicht energetischer) Materialien	Eingesetzte Materialmengen (bezogen auf eine Produkteinheit, Wertschöpfungseinheit (Eur), Funktionsäquivalent	A, C, B	(VDI 4605)
	Anteil an eingesetztem Recyclingmaterial	A, C, B	(VDI 4605)
	Anteil der betriebsintern wiedergewonnenen Wertstoffe in Prozent, Ressourcenrückgewinnung (Nährstoffe, Energie, Wasser)	B	(Hachtel, Holzbaur, 2010), (BUW, DWA, 2015)
	Stoffe für die Energierückgewinnung	A, B	(DIN 15804)
	Komponenten für die Weiterverwertung	A, B	(DIN 15804)
	Rückbau, Trennung und Verwertung	C	(Bauer et al., 2011)
	Gesamtmenge an Abfall (wie in 1)	A	(VDI 4605)
	Anfallender Sondermüll	B	(Hachtel, Holzbaur, 2010)
	Mengen gefährlicher Abfälle	A	(VDI 4605)
	Bodenaushub, inerte Stoffe	B	(Bielecki et al., 2011)
Verwendung von Chemikalien	C	(Balkema et al., 2002)	
Energieeffizienz/erneuerbare Energien und Klimaschutz	Primärenergieverbrauch (siehe1)	A	(VDI 4605)
	Einsatz nicht-erneuerbarer Energien	A, B	(DIN 15978)
	Einsatz erneuerbarer Energien	A, B	(VDI 4605), (Hachtel, Holzbaur, 2010)
	Energieeffizienz in Umwandlung und Verteilung	A	(VDI 4605)
	Exportierte Energie	A, B	(VDI 4605)
	Treibstofftyp und -verbrauch des Transportfahrzeugs	A, B	(DIN 15804)
	Entfernung des Transports	A, B	(DIN 15804)
	Potenzial zur Bildung von Treibhausgasemissionen (THG); direkte und indirekte	A, C, B	(VDI 4605), (Bauer et al., 2011), (Bielecki et al., 2011)
	Zerstörungspotenzial der Ozonschicht, ODP	A, B, C	(DIN 15978), (Bauer et al., 2011)

Wirkungskategorie	Indikator	Literaturkategorie	Literaturangabe
Flächennutzung/ Artenvielfalt	Potenzial zur Bildung von bodennahem Ozon	A, B, C	(DIN 15978), (Bielecki et al., 2011)
	Flächeninanspruchnahme	A, B, C	(VDI 4605), (Bielecki et al., 2011)
	Flächentransformation	A	(VDI 4605)
	Bodenqualität/-belastung	A, B, (C)	(VDI 4605), DIN 15643, DIN 15804, (BUW, DWA, 2015), (Bielecki et al., 2011), (Balkema et al., 2002)
	Einfluss auf geschützte Arten, Biodiversität	A, C, B	(VDI 4605), DIN 15643, (Bauer et al., 2011), (Hachtel, Holzbour, 2010)
	Insekten-/Ungezieferbelastung	B	(BUW, DWA, 2015)
	Deponieraum	C	(Kamarianakis et al., 2014)
Wasserbedarf und -qualität	Eingesetzte Wassermenge (je Funktionseinheit)	A, B, C	(VDI 4605), (DIN 15978)
	Veränderung der Wasserqualität (Abwasser, Trinkwasser, Gewässer)	A, B	(VDI 4605), DIN 15643, (DIN 15804), (Bielecki et al., 2011)
	Abwasseraufkommen	C	(Bauer et al., 2011)
	Grundwassersituation	A, B	(VDI 4605), (R Bielecki et al., 2011)
Risiken und Resilienz	Anpassung des Klimawandels	A, B	(DIN 15643)
	Vorbeugung/Abschwächung des Klimawandels	A, B	(DIN 15643)
	Risiken für die lokale Umwelt	C	(Bauer et al., 2011)

**Tabelle 42: Indikatorkatalog-I ökonomische Dimension der Nachhaltigkeit (eigene Darstellung basierend auf: Literatur aus Kap. 3)**

Wirkungskategorie	Indikator	Literaturkategorie	Literaturangabe
Wirtschaftlichkeit	Über den Lebenszyklus entstehende Kosten	A, C	(VDI 4605), (DIN 15643)
	Externe Kosten	A	(VDI 4605), (DIN 15643)
	Arbeitsproduktivität	A	(VDI 4605)
	Einnahmen aus Kuppelproduktvermarktung	A	(VDI 4605)
	Kritikalität von eingesetzten Materialien oder Vulnerabilität des beziehenden Unternehmens	A	(VDI 4605)

Wirkungs-kategorie	Indikator	Literatur-kategorie	Literaturangabe
	Kapitalwert (NPV), Barwert der Kosten (NPC)	A, B	(DIN 16627)
	Jährliche Kosten (AC), äquivalente Annuitäten (AEV)	A, B	(DIN 16627)
	Mittel-/langfristige Wertbeständigkeit	A, B	(DIN 16627)
	Kurzfristige Wertbeständigkeit	A, B	(DIN 16627)
	Flächeneffizienz	C	(Bauer et al., 2011)
	Gesamtsumme der Risiken (VAR)	B	(Hachtel, Holzbaur, 2010)
Wirt-schaftliche Zukunftsvorsorge, Zukunftsfähigkeit	Einfluss auf die örtliche Wirtschaft	A, B	(Hachtel, Holzbaur, 2010)
	Lebensdauer, Verlängerung der Lebensdauer eines Produktes	A	(DIN 15643)
	Innovationspotenzial	B	(VDI 4605)
	Internationale Konkurrenzfähigkeit	B	(BUW, DWA, 2015)
	Potenzial zur Betriebsoptimierung	C	(BUW, DWA, 2015)
Einbin-dung aus Sicht des Unterneh-mens oder der Ent-wicklungs-zusam-menarbeit	Anteil der Verlagerung der Wertschöpfung	A	(Fischer et al., 2016a)
	Anteil der lokalen Zulieferer	A	(VDI 4605)
	Anteil der Importe von Materialien für die Produktion	A	(VDI 4605)
	Anteil der beschäftigten, lokalen Unternehmen		(VDI 4605)
	Anteil der Beschäftigten am Produktionsstandort, Schaffung von Arbeitsplätzen	A, B	(VDI 4605), (BUW, DWA, 2015)
Nachhal-tigkeit als Leitbild	Nachhaltigkeit als Unternehmensleitbild	B	(Hachtel, Holzbaur, 2010)
	Anteil Nachhaltigkeit in Unternehmensberichten	B	(Hachtel, Holzbaur, 2010)
	Anzahl der nach ISO 14001 zertifizierten oder potenziell zu zertifizierenden Unternehmensteile	B	(Hachtel, Holzbaur, 2010)
	Anzahl der nach ISO 9001 zertifizierten oder potenziell zu zertifizierenden Unternehmensteile	B	(Hachtel, Holzbaur, 2010)
	Nachweis der Nachhaltigkeitsaspekte in der Ausschreibung	C	(Graubner ,2016)
	Schaffung von Umweltbewusstsein	B	(BUW, DWA, 2015)

**Tabelle 43: Indikatorenkatalog-I soziale Dimension der Nachhaltigkeit (eigene Darstellung basierend auf: Literatur aus Kap. 3)**

Wirkungskategorie	Indikator	Literaturkategorie	Literaturangabe
Hygiene/ Gesundheits- schutz	Hygienische Sicherheit/Umwelthygiene	B	(BUW, DWA, 2015)
	Nahrungsmittelsicherheit	B	(BUW, DWA, 2015)
Sicherheit/ Schutz/ Risiko	Beständigkeit gegen klimatische Veränderungen	A, B, C	(DIN 15643), (Bauer et al., 2011)
	Widerstandsfähigkeit gegenüber außergewöhnlicher Einwirkungen	A, B, C	(DIN 15643)
	Störung des Fußgänger- und des Fahrzeugverkehrs	A, B	(DIN 15643)
	Persönliche Sicherheit und Schutz vor Einbruch und Vandalismus	A, B	(DIN 16309)
	Bereitstellungen für den Fall von Unterbrechungen der Versorgung	A, B, C	(DIN 16309)
	Prozessstabilität, Dauer von Störfällen	B, C	(BUW, DWA, 2015)
	Schadenshäufigkeit/Katastrophenanfälligkeit	B, C	(BUW, DWA, 2015)
	Intensität/Auswirkungen eines Versagenszustands	B	(BUW, DWA, 2015)
	Know-how (Stand der Technik)	B	(BUW, DWA, 2015)
	Risiken am Mikrostandort	C	(Bauer et al., 2011)
	Technisches Risiko	B	(Bielecki et al., 2011)
	Baugrundrisiko	B	(Bielecki et al., 2011)
	Unsicherheiten zu Kapazitäten (Bsp. Wasser), Kosten, Zeitplan, Genehmigung, Fertigstellung	C	(Rathnayaka et al., 2016)
Kultur	Kulturerbe	A, B	(DIN 15643)
	Demografischer Wandel	A, B	(DIN 15643)
	Gestalterische und städtebauliche Qualität	C	(Bauer et al., 2011)
	Kunst am Bau	C	(Bauer et al., 2011)
Arbeitsbedingungen	Arbeitsbedingungen, Arbeitsschutz	A	(VDI 4605)
	Schaffung von Arbeitsplätzen	A, B	(DIN 15643)
	Gleichberechtigung: Gender, Familien, Migranten, Religion, Behinderung	A, B	(VDI 4605), (Hachtel, Holzbaur, 2010)
	Bedienungs-, Reinigungs- und Instandhaltungsfreundlichkeit	C	(Bauer et al., 2011)
Gesundheit und	Akustische Merkmale	A, B, C	(DIN 15643)
	Qualität der Innenraumluft	A, B, C	(DIN 15643)

Wirkungskategorie	Indikator	Literaturkategorie	Literaturangabe
Behaglichkeit	Visuelle Behaglichkeit	A, B	(DIN 15643)
	Elektromagnetische Eigenschaften	A, B	(DIN 15643)
	Räumliche Eigenschaften, verfügbarer Platz	A, B	(DIN 15643), (DIN 16309)
	Wärmetechnische Eigenschaften	A, B, C	(DIN 15643)
	Aufenthaltsqualitäten, Gesundheit und Wohlbefinden der Nutzer während der Arbeiten	A, B, C	(DIN 16309), (Bauer et al., 2011)
	Sicherheit der Nutzer während der Arbeiten	A, B, C	(DIN 16309)
	Anzahl der Krankmeldungen	B	(Hachtel, Holzbaur 2010)
	Anzahl der Fälle mit Personenschaden	B	(Hachtel, Holzbaur 2010)
Belastungen für die Nachbarschaft	Lärm	A, B, C	(DIN 15643), (Bauer et al., 2011)
	Geruchsbelästigung	C	(Balkema et al., 2002)
	Emissionen an die Außenluft, den Boden und das Wasser	A, B	(DIN 15643)
	Blendung und Verschattung	A, B	(DIN 15643)
	Stöße und Erschütterungen	A, B	(DIN 15643)
	Lokalisierte Windeffekte	A, B	(DIN 15643)
Anlagen/Infrastruktur-spezifische Indikatoren: Auswirkungen der Arbeiten auf Nutzer und benachbarte Bereiche	Häufigkeit und Dauer	A, B	(DIN 16309), (R Bielecki et al., 2011)
	Komplexität	C	(Ugwu, Haupt, 2005)
	Verfügbarkeit der Infrastruktur/Anlage während der Phasen	A, B	(DIN 16309)
	Logistik	B	(Bielecki et al., 2011)
	Rückbaubarkeit, Demontagefreundlichkeit, Recycling-freundlichkeit	C	(Fischer et al., 2016a)
	Herstellbarkeit	C	(Fischer et al., 2016a)
	Beständigkeit/Dauerhaftigkeit des Systems	C	(Rathnayaka et al., 2016)
Öffentlichkeit und gesellschaftliche Akzeptanz	Information und Transparenz	A	(VDI 4605)
	Einbeziehung der Beteiligten	A, C	(DIN 15643)
	Akzeptanz und Realisierbarkeit	A, B	(VDI 4605), (BUW, DWA, 2015)

Wirkungskategorie	Indikator	Literaturkategorie	Literaturangabe
	Akzeptanz der Endnutzer einer Preisänderung der Versorgungsmedien	C	(Rathnayaka et al., 2016)
	Förderziele	C	(Fischer et al., 2016b)
	Vermögen umweltrelevante und andere Regularien, Vorgaben einzuhalten	C	(Rathnayaka et al., 2016)
	Verfügbarkeit/Einsatzbereitschaft von Institutionen, Dokumenten, Strategien	C	(Rathnayaka et al., 2016)
	Bürokratischer Aufwand	C	(Ugwu, Haupt, 2005)
	Management/institutionelle Effektivität und Effizienz	C	(Rathnayaka et al., 2016)
	Kompetenz/Informationsnotwendigkeit	C	(Balkema et al., 2002)
	Auswirkungen auf Tourismus	C	(Ugwu, Haupt, 2005)
Zugänglichkeit	Barrierefreiheit	A, B, C	(DIN 15643-3)
	Zugang zu haustechnischen Anlagen	A, B, C	(DIN 15643-3)
	Mobilitätsinfrastruktur	C	(Bauer et al., 2011)
	Verkehrsanbindung	C	(Bauer et al., 2011)
Anpassungsfähigkeit	Fähigkeit, einzelne Nutzeranforderung zu berücksichtigen	A, B, C	(DIN 15643-3)
	Fähigkeit, Änderungen der Nutzeranforderung zu berücksichtigen; auch sich ändernde Randbedingungen	A, B, C	(DIN 15643-3), (BUW, DWA, 2015)
	Fähigkeit, technische Änderungen zu berücksichtigen	A, B	(DIN 15643-3)
	Fähigkeit, Änderungen der Nutzung zu berücksichtigen	A, B	(DIN 15643-3)
	Integrierbarkeit mit anderen Infrastruktursystemen	B	(BUW, DWA, 2015)
Beschaffung von Materialien und Dienstleistungen	Verantwortungsvolle Beschaffung, Rückverfolgbarkeit von Produkten und Dienstleistungen	A, B	(DIN 15643-3)
Datenschutz/ Datensicherheit	Umgang mit Daten; Sicherheit Software/Hardware	A	(VDI 4605)

## D Anhang 4: Ausführliche Liste verwendeter Fachliteratur und Regelwerke zur Ermittlung von Indikatoren, Kenn- und Messwerten in der Einzelverlegung

**Tabelle 44: Ausführliche Liste verwendeter Fachliteratur und Regelwerke zur Ermittlung von Indikatoren, Kenn- und Messwerten in der Einzelverlegung für den konventionellen Tiefbau und das Pflugverfahren**

Literaturtyp	Konventioneller Tiefbau	Pflugverfahren als Verlegemethode eines Lichtwellenleiters in der Einzelverlegung
Antragsunterlagen	Leitungstypübergreifend: KNE (2016a) Regionales Verbundsystem Westeifel: Planung zur Herstellung der Transportleitungen – Genehmigungsplannung (Langfassung)	Lichtwellenleiter: s. Leitfäden
Leitfäden	Rohrverlegung im konventionellen Tiefbau: Fröhlich & Sporbeck et al. (2002) Bewertung von Eingriffen in Natur und Landschaft – Bewertungsrahmen für unterirdische Rohrleitungen für nicht wassergefährdende Stoffe, Bundesverband der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft (BGW) e. V. & Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches (DVGW) e. V.: 65.	Lichtwellenleiter: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) (2019): Verlegetechniken für den Breitbandausbau: Breitbandausbau in geringer Verlegetiefe und oberirdische Verlegung nach § 68 Absatz 2 TKG. Bundesminister für Verkehr, Innovation und Technologie (bmvit) (2018): Planungsleitfaden Breitband: Leitfaden zur Planung und Errichtung von Glasfaser-Zugangsnetzen. Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung (HMWEVL) & Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUKLV) (2015): Naturschutzleitfaden Breitbandausbau – Grundlage für die einheitliche und rechtssichere Bearbeitung der Naturschutzbelange beim Breitbandausbau. Thüringer Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitale Gesellschaft (TMWWDG) (2018): Alternative Verlegemethoden, Praxisleitfaden für die Kommunen, Freistaat Thüringen, Version 1.0. Breitband.NRW (2017): Alternative Verlegemethoden für den Glasfaserausbau Hinweise für die Praxis, 1. Auflage.
Gesetze	-	Lichtwellenleiter: Gesetz zur Erleichterung des Ausbaus digitaler Hochgeschwindigkeitsnetze (DigiNetzG) vom 4. November 2016 Telekommunikationsgesetz vom 22. Juni 2004 (BGBl. I S. 1190), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 29. November 2018 (BGBl. I S. 2230) geändert worden ist
DIN	Leitungstypübergreifend: DIN 4124 Baugruben und Gräben – Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten	s. DIN 4124
	Wasserleitung: DVGW 400-1 (A) Technische Regeln Wasserverteilungsanlagen (TRWV); Teil 1: Planung.	Lichtwellenleiter: Allgemeine Technische Bestimmungen für die Benutzung von Straßen durch Leitungen und Telekommunikationslinien (ATB-BeStra) (2008). Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 12). Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen (ZTV A-StB) (2012). Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau (ZTV E-StB) (2009).
Fachliteratur und Herstellerhinweise zu Baugeräten und -maschinen (sort. nach Arbeitsschritten und Leitungssystemen)	Arbeitsschrittübergreifend: Ilgeroth et al. (2007) Kalkulationstabellen Straßen- und Tiefbau mit Ergänzung Gemeinkosten und gestörte Bauabläufe, Schiele & Schön, Berlin, 10. Auflage: 409.	Arbeitsschrittübergreifend: s. Ilgeroth et al. 2007
	Trassenvorbereitung bei der Rohrverlegung: Liebherr: Leitungskennzahlen eines Seitenbaum-Traktors des Typs RL 64 Litronic, abrufbar unter: <a href="https://www.liebherr.com/de/deu/produkte/baumaschinen/erdbewegung/rohrleger/details/69985.html">https://www.liebherr.com/de/deu/produkte/baumaschinen/erdbewegung/rohrleger/details/69985.html</a> , letzter Zugriff am 30.10.2018.	Lichtwellenleiter: Im Pflugverfahren ist keine mechanische Trassenvorbereitung erforderlich, durch die Emissionen entstehen könnten.
	Grabenherstellung bei der Rohrverlegung: Grabenherstellung und -verfüllung mit A 910 Compact Litronic: Liebherr A 910 Compact Litronic. Abrufbar unter: <a href="https://www.liebherr.com/de/deu/produkte/baumaschinen/erdbewegung/mobilbagger/details/67946.html">https://www.liebherr.com/de/deu/produkte/baumaschinen/erdbewegung/mobilbagger/details/67946.html</a> , letzter Zugriff am 04.12.2018 Liebherr-Hydraulikbagger GmbH (2017): A 910 Compact. Abrufbar unter: <a href="https://www.liebherr.com/external/products/products-assets/310892/NTB_A910Compact_AGSIV_de.pdf">https://www.liebherr.com/external/products/products-assets/310892/NTB_A910Compact_AGSIV_de.pdf</a> , letzter Zugriff am 04.12.2018 Niederer, M. (2018): Telefonisch abgehaltene kleine Nachfrage zum durchschnittlichen Kraftstoffverbrauch des A 910 Compact Litronic am 05.12.2018.	Grabenherstellung für Lichtwellenleiter: Distler, K. (2019): Telefonisch abgehaltenes Expertengespräch zum RTX 1250 am 22.01.2019. Vermeer: RTX 1250, abrufbar unter: <a href="http://www.vermeer.de/produkte/fraesen/traktoren__mobilfraesen_/bis_183_cm/rtx1250">http://www.vermeer.de/produkte/fraesen/traktoren__mobilfraesen_/bis_183_cm/rtx1250</a> , letzter Zugriff am 13.02.2019.



Literaturtyp	Konventioneller Tiefbau	Pflugverfahren als Verlegemethode eines Lichtwellenleiters in der Einzelverlegung
	<p>Absenken bei der Rohrverlegung:                      Absenken mit RL 64 Litronic:                      Liebherr: RL 64 Litronic, abrufbar unter: <a href="https://www.liebherr.com/de/deu/produkte/baumaschinen/erdbe-&lt;br/&gt;                     wegung/rohrleger/details/69985.html">https://www.liebherr.com/de/deu/produkte/baumaschinen/erdbe-                      wegung/rohrleger/details/69985.html</a>, letzter Zugriff am 30.10.2018.                      Baumgartner, S. (2018): Antwort auf eine kleine Nachfrage per E-Mail zum durchschnittlichen Kraftstoffver-                      brauch des RL 64 Litronic am 19.12.2019.                      sowie über                      Liebherr-International Deutschland GmbH: Efficiencyplus (Spritsparrechner), abrufbar unter: <a href="http://m.effi-&lt;br/&gt;                     ciencyplus.liebherr.com/de-DE/147499.wfw">http://m.effi-                      ciencyplus.liebherr.com/de-DE/147499.wfw</a>, letzter Zugriff am 13.02.2019</p>	<p>Absenken der Lichtwellenleiter (LWL):                      s. Grabenherstellung für LWL</p>
	<p>Grabenverfüllung bei der Rohrverlegung                      s. Grabenherstellung</p>	<p>Grabenverfüllung der Lichtwellenleiter (LWL):                      s. Grabenherstellung</p>

**E Anhang 5: Ausführliche Vergleichsergebnisse der Umweltwirkungen gebündelter und ungebündelter Infrastrukturen**

**Tabelle 45: Vergleichstabelle der baulichen und anlagebedingten Umweltwirkungen gebündelter und ungebündelter unterirdischer Infrastrukturen**

ID	Umweltwirkung	Ursache	Wirkung	Pot. Betr. Schutzgut	Vergleichseinheit	1. Fall (II.10)				2. Fall (I.40)				3. Fall (I.60)				4. Fall (III.90)			
						Geb.	Ungeb.	F.	E.	Geb.	Ungeb.	F.	E.	Geb.	Ungeb.	F.	E.	Geb.	Ungeb.	F.	E.
1	Flächeninanspruchnahme	Trassenvorbereitung	Flächeninanspruchnahme durch die Anlage des Arbeitsstreifens für die Verlegung des unterirdischen Leitungssystems während der Grabenherstellung	Boden, Fläche	Breite des erforderlichen Arbeitsstreifens bei ausreichenden Platzverhältnissen in m	15,93	32,85	2,1	↓	16,74	43,25	2,6	↓	16,84	53,35	3,2	↓	15,21	12,85	0,84	↑
				Tiere, Pflanzen, Biologische Vielfalt	Breite des erforderlichen Arbeitsstreifens bei beengten Platzverhältnissen in m	7,43	17,35	2,3	↓	8,24	22,35	2,7	↓	8,34	27,35	3,3	↓	7,71	7,35	0,95	↑
			Boden, Fläche	Zur Verfügung stehende Fläche für die Lagerung des Oberbodens in m <sup>2</sup> pro Trassenmeter bei ausreichenden Platzverhältnissen <sup>340</sup> <b>A<sub>Oberbodenlagerfläche</sub> = a * b</b> a: Breite des Oberbodenlagers [m] b: Länge des Schutzstreifens [m] (hier: 1 m)	4	12	3	↓	4	15	3,75	↓	4	18	4,5	↓	3,5	6	1,71	↓	
1	Flächeninanspruchnahme	Trassenvorbereitung	Flächeninanspruchnahme durch die Lagerung des Erdaushubs	Boden, Fläche	Zur Verfügung stehende Fläche für die Lagerung des Erdaushubs in m <sup>2</sup> pro Trassenmeter bei ausreichenden Platzverhältnissen <sup>341</sup> <b>A<sub>Erdaushublagerfläche</sub> = a * b</b> a: Breite des Erdaushublagers [m] b: Länge des Schutzstreifens [m] (hier: 1 m)	3	6,5	2,2	↓	3,5	8,5	2,4	↓	3,5	10,5	3	↓	3	2,5	0,8	↑
				Tiere, Pflanzen, Biologische Vielfalt																	
			Boden, Fläche	Ermittlung des Oberbodenvolumens pro Trassenmeter <sup>342</sup> in m <sup>3</sup> <u>Für Leitungssysteme mit Erfordernis eines Böschungsbereiches</u> <b>V<sub>Oberbodenvolumen</sub> = A<sub>Oberbodenfläche</sub> * c</b> A = Fläche des Oberbodenvolumens c = Darstellung des Trassenmeters durch die Tiefe des Trapezprismas (hier: 1 m)  <b>A<sub>Oberbodenfläche</sub> = (2+b)/2 * h</b> a = Breite des Infrastrukturkanalgrabens mit Böschungsbereich b = Breite des Infrastrukturkanalgrabens ohne Böschungsbereich	0,15	1,7	11,33	↓	0,15	1,93	12,87	↓	0,15	1,70	11,33	↓	0,47	0,73	1,55	↓	
2	Bodenverdichtung, Bodenauf- und -abtrag (einschl.) Aushub, Umlagerung, Austausch, Boden-deponien)	Trassenvorbereitung	Bodenauf- und -abtrag durch die Grabenherstellung mittels Planier- raupe/Spezialbagger (Volumen)	Boden, Fläche																	
				Tiere, Pflanzen, Biologische Vielfalt																	

<sup>340</sup> Die Berechnung der Flächengröße des Oberbodenlagers entfällt, da in beengten Platzverhältnissen keine Lagerflächen vorgesehen sind.



<sup>341</sup> Die Berechnung für die Flächengröße des Erdaushublagers entfällt, da in beengten Platzverhältnissen keine Lagerflächen vorgesehen sind.

<sup>342</sup> Eine Differenzierung nach ausreichenden und beengten Platzverhältnissen ist bei der Volumenberechnung nicht erforderlich.

ID	Umweltwirkung	Ursache	Wirkung	Pot. Betr. Schutzgut	Vergleichseinheit	1. Fall (II.10)				2. Fall (I.40)				3. Fall (I.60)				4. Fall (III.90)			
						Geb.	Ungeb.	F.	E.	Geb.	Ungeb.	F.	E.	Geb.	Ungeb.	F.	E.	Geb.	Ungeb.	F.	E.
					<p>h = Tiefe der Oberbodenmächtigkeit (hier: 0,3 m)</p> <p><u>Für Leitungssysteme mit Erfordernis einer senkrechten Wand</u></p> <p><math>V_{\text{Oberbodenvolumen}} = a * b * c</math></p> <p>a = Breite des Infrastrukturkanals ohne Böschungsbereich</p> <p>b = Tiefe der Oberbodenmächtigkeit (hier: 0,3 m)</p> <p>c = Darstellung des Trassenmeters durch die Tiefe des Quaders (hier: 1 m)</p>																
					<p>Ermittlung des Erdaushubvolumens unterhalb des teilgeböschten Bereichs pro Trassenmeter<sup>343</sup> in m<sup>3</sup></p> <p><math>V_{\text{Erdaushub}} = a * b * c</math></p> <p>a = Rohrgrabenbreite o. Böschung [m]</p> <p>b = Tiefe unterhalb des teilgeböschten Bereichs [m]</p> <p>c = Länge [m] (hier: 1 m)</p>	1,54	2,69	1,75	↓	1,93	3,3	1,7	↓	2,05	4,04	2,0	↓	1,44	1,51	1,05	↓
		Grabenverfüllung	Störung des Bodengefüges/der Bodenfunktion unterhalb des teilgeböschten Bereiches durch Wiedereinbau des entnommenen Erdaushubmaterials	<p>Boden, Fläche</p> <p>Tiere, Pflanzen, Biologische Vielfalt</p>	<p>Ermittlung des Einbettungsvolumens vom Erdaushubmaterial in m<sup>3</sup> pro Trassenmeter</p> <p><math>V_{\text{Erdaushubmaterial}} = V_{\text{Erdaushub}} - V_{\text{Leitungssysteme (ges.)}}</math></p> <p><math>V_{\text{Erdaushub}} = a * b * c</math></p> <p>a = Rohrgrabenbreite o. Böschung [m]</p> <p>b = Tiefe unterhalb des teilgeböschten Bereichs [m]</p> <p>c = Länge [m] (hier: 1 m)</p> <p><math>V_{\text{Leitungssysteme (gesamt)}} = \pi * r^2 * h</math></p> <p><math>\pi = 3,14</math></p> <p>r = Rohrradius [m]</p> <p>h = Länge [m] (hier: 1 m)</p>	1,37	2,52	1,84	↓	1,74	3,12	1,80	↓	1,79	3,78	2,1	↓	1,28	1,35	1,05	↓
			Bodenverlust des nicht zum Wiedereinbau verwendbaren Erdaushubmaterials (Überschussmasse)	<p>Boden, Fläche</p> <p>Tiere, Pflanzen, Biologische Vielfalt</p>	<p>Ermittlung der Überschussmasse mit Hilfe der Berechnung des Gesamtvolumens aller Leitungssysteme in m<sup>3</sup> pro Trassenmeter</p> <p><math>V_{\text{Überschussmasse}} = V_{\text{Erdaushub}} - V_{\text{Leitungssysteme(ges.)}}</math></p> <p><math>V_{\text{Erdaushub}} =</math> s. Ergebnis zum Erdaushubvolumen</p> <p><math>V_{\text{Leitungssysteme (gesamt)}} = \pi * r^2 * h</math></p> <p><math>\pi = 3,14</math></p> <p>r = Rohrradius [m]</p> <p>h = Länge [m] (hier: 1 m)</p>	0,164	0,164	1	k. U.	0,184	0,184	1	k. U.	0,264	0,264	1	k. U.	0,157	0,157	1	k. U.

ID	Umweltwirkung	Ursache	Wirkung	Pot. Betr. Schutzgut	Vergleichseinheit	1. Fall (II.10)				2. Fall (I.40)				3. Fall (I.60)				4. Fall (III.90)							
						Geb.	Ungeb.	F.	E.	Geb.	Ungeb.	F.	E.	Geb.	Ungeb.	F.	E.	Geb.	Ungeb.	F.	E.				
3	Emission von Stäuben, Gasen	Trassenvorbereitung	Emission durch die Nutzung von Planierdrape/Spezialbagger bei Anlage des Arbeitsstreifens	Klima, Luft	Ermittlung der Schadstoffemission von Kohlenstoffdioxid CO <sub>2</sub> durch die Nutzung einer Planierdrape bei der Anlage des Arbeitsstreifens in kg CO <sub>2</sub>  1. Ermittlung des durchschnittlichen Kraftstoffverbrauchs des für die Bauphase erforderlichen Baugerätes pro Arbeitstag in l/d wenn d = 8h <sup>344</sup>  2. Umrechnung des durchschnittlichen Kraftstoffverbrauchs mit Hilfe des CO <sub>2</sub> -Rechners nach StMUV (2016)	248	745	3	↓	248	993	4	↓	248	1241	5	↓	248	248	1	k. U.				
						Grabenherstellung	Emission durch die Nutzung von Planierdrape/Spezialbagger, Seitenbaum-Traktoren und Backfiller zur Grabenherstellung <sup>345</sup>	Klima, Luft	Dauer der Grabenherstellung in d <b>d=Leistung<sub>Grabenherstellung</sub> /Trassenlänge<sub>Fall</sub></b>	247,3	541,4	2,2	↓	108,0	305,5	2,8	↓	104,0	360,5	3,5	↓	220	200,4	0,9	↑
										Klima, Luft	Ermittlung der Schadstoffemission von Kohlenstoffdioxid CO <sub>2</sub> bei der Grabenherstellung in kg CO <sub>2</sub>  1. Ermittlung des durchschnittlichen Kraftstoffverbrauchs des für die Bauphase erforderlichen Baugerätes pro Arbeitstag in l/d wenn d = 8h <sup>346</sup>  2. Umrechnung des durchschnittlichen Kraftstoffverbrauchs mit Hilfe des CO <sub>2</sub> -Rechners nach StMUV (2016)	795	1855	2,3	↓	795	2385	3	↓	795	2915	3,7	↓	795	795
4	Nutzungsbeschränkungen in holzfrei zu haltenden Leitungstreifen	Schutzstreifen	Flächeninanspruchnahme durch Anlage eines Schutzstreifens in Folge der Nutzungsbeschränkungen eines holzfrei zu haltenden Leitungstreifens	Boden, Fläche Tiere, Pflanzen, Biologische Vielfalt Klima, Luft Landschaft	Ermittlung der Breite des dauerhaft von der Nutzung freizuhaltenden Streifens in m <sup>2</sup> pro Trassenkilometer ASchutzstreifen = a * b a: Breite des Schutzstreifens [m] b: Länge des Schutzstreifens [m] (hier: 1m)	5	19	3,8	↓			5	24	4,8	↓	5	29	5,8	↓	5	9	1,8	↓		

Legende

**Geb.** gebündelt verlegte Infrastrukturleitungen; **ungeb.** ungebündelt verlegte Infrastrukturleitungen; **F.** Faktor, **E.** Effekt, **k. O.** Kein Oberbodenlager vorgesehen; **k. E.** Kein Erdaushublager vorgesehen; **k. B.** Keine Böschung; **k. U.** kein Unterschied; : Bündelung reduziert die Wirkung auf die Umwelt; : Bündelung reduziert die Wirkung auf die Umwelt nicht (Einzelverlegung ist umweltschonender.); Text: Kalkulationsformel

<sup>344</sup> S. Tabelle 15. Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.

<sup>345</sup> Erläuterung: Grabenherstellung umfasst die Grabenöffnung mit der Planierdrape/dem Spezialbagger, das Absenken der Leitungssysteme mit dem Seitenbaum-Traktor und die Grabenschließung mit dem Backfiller. (Vgl. Tabelle 14 und Tabelle 15).

<sup>346</sup> S. Tabelle 15.

## F Anhang 6: Ausführliche Darstellung ermittelter Vermeidungsmaßnahmen zum integrierten Grabenbau

Tabelle 46: Zusammenstellung von Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen zum integrierten Grabenbau

Gebündelte Infrastruktur	Ungebündelte Infrastruktur			
Verbundsystem Westeifel	Südlink	Südostlink	Emden-Conneforde	Zeelink
<b>Offene Bauweise</b>				
Erläuterung zum Umgang und Festlegung der Profile unter Nennung von Hilfsliteratur <sup>1</sup>	Bei der Querung von Wald: Können baubedingte Einschränkung in Waldflächen mit schutzgutrelevanten Waldfunktionen (Lärmschutzwald, Immissionsschutzwald und Sichtschutzwald) auftreten <sup>5</sup>	Verlegung der Kabel mit und ohne Schutzrohr Verlegetiefe ist abhängig von lokalen Bodenverhältnissen sowie äußeren Rahmenbedingungen, die sich aus der landwirtschaftlichen Nutzung und der Ausweisung von Schutzgebieten ergeben können. <sup>11</sup>	Das Praxisbeispiel ist ein Teilverkabelungsprojekt. Die Verlegung des Erdkabels gilt als Verlegung, und in den Unterlagen sind keine Hinweise oder Empfehlungen zum Umgang mit besonderen Flächen oder Raumeigenschaften zu finden. <sup>14</sup>	Gewässer werden i. d. R. offen gequert. <sup>15</sup>
Trassenverlegung in Waldbeständen ausschließlich in bereits vorhandenen Wegen/Schneisen bzw. daran direkt angrenzenden Rändern von Waldparzellen - Reduzierung Schutzstreifen und Baufeld bei ökologisch sensiblen Bereichen - Kleinräumige Auswahl naturferner, gehölzfreier Gewässerabschnitte für offene Querungen <sup>2</sup>	Wird aufgrund der dinglichen und rechtlichen Absicherung der Kabelsysteme der Schutzstreifen auf den Außenseiten von 3 m auf 5 m erweitert <sup>6</sup>			Herausforderungen durch Kreuzung bzw. Querung von sensiblen Gebieten ist ein eingeschränkter Regelarbeitsstreifen von 25 m vorgesehen, z. B. in Waldbereichen. Weitere Maßnahmen sind im Rahmen der Planfeststellung zu entscheiden. <sup>16</sup>
<b>Maßnahmen</b>				
Gewässerkreuzung mittels HDD-Verfahren <sup>2</sup>	Minimierung des Konfliktrisikos durch geschlossene Bauweise Nutzung von Bündelungsoptionen <sup>7, 8</sup>	Die geschlossene Bauweise kann zu Konfliktminderung bei den betroffenen Schutzgütern Tiere, Pflanzen und biologische Vielfalt, Boden und Fläche, Luft und Klima sowie Landschaft führen.  Außerdem ist sie besonders gut geeignet, um punktuell auftretenden Wirkungen entgegenzuwirken.  Besonders geeignet ist sie als Maßnahme zur Verringerung der Flächeninanspruchnahme zum Erhalt von Gehölzstrukturen, um Individuenverlust zu vermeiden.  Bei der Querung von Still-, Fließ- und bestimmten Oberflächengewässern), Uferzonen und Überschwemmungsgebieten kann die Auswirkung auf ein geringes Maß gesenkt werden.  Bei der Querung in geschlossene Bauweise bewirkt keine Konfliktminderung bei potenzieller Veränderung von Deckschichten in Wasserschutzgebieten Gebiete mit geringem/sehr geringem Geschütztheitsgrad des Grundwassers/der Gebiete Gebiete mit geringem Flurabstand < 2 m und raumordnerische Festlegung zur Wasserwirtschaft Beeinträchtigung und Verlust von Bestandteilen des kulturellen Erbes Bei der Querung von Siedlungen ist eine Umgehung.		

Gebündelte Infrastruktur		Ungebündelte Infrastruktur		
		Die geschlossene Bauweise ist nicht geeignet, um Siedlungen zu queren. Hier wird empfohlen, angrenzende Siedlungen in der geschlossenen Bauweise zu umgehen. <sup>12</sup>		
<b>Geschlossene Bauweise</b>				
Herausforderungen durch Kreuzung bzw. Querung von				
Felsgestein <sup>3</sup> Klassifizierten Straßen Gewässern und Überschwemmungsgebieten Gasleitungen <sup>4</sup>	Gewässern Straßen höherer Ordnung Bahnlinien Unterquerung von Schutzgebieten Steilhängen <sup>9</sup>	Verkehrsinfrastruktureinrichtungen Gewässern und Uferstrukturen Riegelbildenden Natura-2000-Gebieten und Naturschutzgebieten <sup>13</sup>	Straßen Bahnlinien Fremdleitungen Gewässern Schützenswerte Bereiche Siedlungen Naturschutzfachliche Gründe <sup>14</sup>	s. offene Bauweise
Ausführungsvarianten:				
Mikrotunnelbau mit Bodenentnahme (gesteuertes Bohr-/Pressverfahren) Pilotrohrvortrieb mit Bodenentnahme (gesteuertes Verfahren) HDD-Verfahren (Horizontalspülbohrung) <sup>3</sup>	Rohrvortriebsverfahren HDD-Verfahren (gesteuerte Horizontalspülbohrung) Mikrotunnel Tübbingtunnel <sup>10</sup>	Pressbohrverfahren Horizontalbohrverfahren Mikrotunnelbauverfahren <sup>11</sup>	HDD Pilotbohrung Aufweitbohrung (Räumen) Einziehvorgang <sup>14</sup>	Bohrpressverfahren Rammverfahren Sonstige geschlossene Vortriebsverfahren Direct Pipe oder Easy Pipe-Verfahren Horizontal Directional Drilling (HDD)-Verfahren Microtunneling-Verfahren <sup>15</sup>
Beispiele				
HDD-Bohrungen bei Gewässern, auch bei Gewässern in FFH-Gebieten oder Naturschutzgebieten <sup>2</sup>	HDD-Bohrungen innerhalb von Natura 2000-Gebieten <sup>17</sup>  Prüfung der geschlossenen Bauweise bei Nationalparks, Naturschutzgebieten, Zone I von Biosphärenreservaten, Gewässern und Wäldern <sup>6, 17</sup>	HDD-Bohrungen innerhalb von Natura 2000-Gebieten <sup>19-21</sup>  Prüfung der geschlossenen Bauweise bei Gewerbegebieten, Gewässern und Wäldern <sup>22-24</sup>	HDD-Bohrungen bei Gewässern <sup>25, 26</sup>	Geschlossene Bauweise bei einem Gewässer und der Röhrichtzone mit besonders geschützten Arten <sup>12</sup>

Legende

k. A. keine Angaben

## Quellenverzeichnis zur Zusammenstellung von Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen für den integrierten Grabenbau

- 1** Igr AG, ILS Essen GmbH (2016): Grabenprofile. In: Igr AG et al. 2016: Regionales Verbundsystem Westeifel Planung zur Herstellung der Transportleitungen, Genehmigungsplanung, im Auftrag der KNE Kommunale Netze Eifel AöR, unveröffentlicht, IGR AG, Rockenhausen, A. 1 Erläuterungsbericht der technischen Planung, Kapitel 4.4: 18.
- 2** Igr AG, ILS Essen GmbH (2016): Zusammenfassung. In: Igr AG et al. 2016: Regionales Verbundsystem Westeifel Planung zur Herstellung der Transportleitungen, Genehmigungsplanung im Auftrag der KNE Kommunale Netze Eifel AöR, unveröffentlicht, IGR AG, Rockenhausen, B.1.1 Landschaftspflegerischer Begleitplan - Erläuterungsbericht, Kapitel 7: 110-111.
- 3** Igr AG, ILS Essen GmbH (2016): Bericht. In: Igr AG et al. 2016: Regionales Verbundsystem Westeifel Planung zur Herstellung der Transportleitungen, Genehmigungsplanung, im Auftrag der KNE Kommunale Netze Eifel AöR, unveröffentlicht, IGR AG, Rockenhausen, A.4 Kreuzung klassifizierter Straßen, Kapitel 4.1: 4-8.
- 4** Igr AG, ILS Essen GmbH (2016): Kreuzungen. In: Igr AG et al. 2016: Regionales Verbundsystem Westeifel Planung zur Herstellung der Transportleitungen, Genehmigungsplanung, im Auftrag der KNE Kommunale Netze Eifel AöR, unveröffentlicht, IGR AG, Rockenhausen, A.1 Erläuterungsbericht der technischen Planung, Kapitel 5.9: 38-40.
- 5** Fröhlich & Sporbeck GmbH & Co. KG, Gesellschaft für Freilandökologie und Naturschutzplanung mbH (GFN), iLF - Consulting Engineers, IBUe Ingenieurbüro für Umwelt und Energie GmbH & Co. KG (2019): Derzeitiger Umweltzustand. In: Fröhlich & Sporbeck et al. 2019: Höchstspannungsleitung Brunsbüttel – Großgartach BBPIG Vorhaben Nr. 3 Abschnitt A (von Brunsbüttel bis Scheeßel), Unterlagen nach § 8 NABEG, IV.1 Umweltbericht im Rahmen der strategischen Umweltprüfung, Kapitel 4.2.1.1: 115-119.
- 6** Fröhlich & Sporbeck GmbH & Co. KG, Gesellschaft für Freilandökologie und Naturschutzplanung mbH (GFN), iLF - Consulting Engineers, IBUe Ingenieurbüro für Umwelt und Energie GmbH & Co. KG (2019): Beschreibung und Bewertung der voraussichtlich erheblichen Umweltauswirkungen in den Trassenkorridorsegmenten. In: Fröhlich & Sporbeck et al. 2019: Höchstspannungsleitung Brunsbüttel – Großgartach BBPIG Vorhaben Nr. 3 Abschnitt A (von Brunsbüttel bis Scheeßel). Unterlagen nach § 8 NABEG, IV.1 Umweltbericht im Rahmen der strategischen Umweltprüfung, Kapitel 6.2: 483-589.
- 7** Fröhlich & Sporbeck GmbH & Co. KG, Gesellschaft für Freilandökologie und Naturschutzplanung mbH (GFN), iLF - Consulting Engineers, IBUe Ingenieurbüro für Umwelt und Energie GmbH & Co. KG (2019): Methodisches Vorgehen bei der Ermittlung, Beschreibung und Bewertung der voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen. In: Fröhlich & Sporbeck et al. 2019: Höchstspannungsleitung Brunsbüttel – Großgartach BBPIG Vorhaben Nr. 3 Abschnitt A (von Brunsbüttel bis Scheeßel), Unterlagen nach § 8 NABEG, IV.1 Umweltbericht im Rahmen der strategischen Umweltprüfung, Kapitel 1.4.1: 8-15.
- 8** Fröhlich & Sporbeck GmbH & Co. KG, Gesellschaft für Freilandökologie und Naturschutzplanung mbH (GFN), iLF - Consulting Engineers, IBUe Ingenieurbüro für Umwelt und Energie GmbH & Co. KG (2019): Allgemeine bau-, anlage-, und betriebsbedingte Wirkungen von Erdkabeln auf die Umwelt. In: Fröhlich & Sporbeck et al. 2019: Höchstspannungsleitung Brunsbüttel – Großgartach BBPIG Vorhaben Nr. 3 Abschnitt A (von Brunsbüttel bis Scheeßel), Unterlagen nach § 8 NABEG, IV.1 Umweltbericht im Rahmen der strategischen Umweltprüfung, Kapitel 2.4.1: 37-53.
- 9** Fröhlich & Sporbeck GmbH & Co. KG, Gesellschaft für Freilandökologie und Naturschutzplanung mbH (GFN), iLF - Consulting Engineers, IBUe Ingenieurbüro für Umwelt und Energie GmbH & Co. KG (2019): Sonderbauwerke. In: Fröhlich & Sporbeck et al. 2019: Höchstspannungsleitung Brunsbüttel – Großgartach BBPIG Vorhaben Nr. 3 Abschnitt A (von Brunsbüttel bis Scheeßel). Unterlagen nach § 8 NABEG, I Erläuterungsbericht, Kapitel 2.1.1.5: 39.
- 10** Fröhlich & Sporbeck GmbH & Co. KG, Gesellschaft für Freilandökologie und Naturschutzplanung mbH (GFN), iLF - Consulting Engineers, IBUe Ingenieurbüro für Umwelt und Energie GmbH & Co. KG (2019): Geschlossene Bauweise. In: Fröhlich & Sporbeck et al. 2019: Höchstspannungsleitung Brunsbüttel – Großgartach BBPIG Vorhaben Nr. 3 Abschnitt A (von Brunsbüttel bis Scheeßel), Unterlagen nach § 8 NABEG, I Erläuterungsbericht, Kapitel 2.1.1.9: 41-42.

- 11** ARGE SuedOstLink (Hrsg.) (2019): Technische Vorhabenbeschreibung Abschnitt C. In: ARGE SuedOstLink (Hrsg.) o. J.: SuedOst-Link - BBPIG Vorhaben Nr. 5 - „Höchstspannungsleitung Wolmirstedt – Isar; Gleichstrom“ Bundesfachplanung gemäß § 8 NABEG, Erläuterungsbericht Abschnitt C, Kapitel 2.1: 8-10.
- 12** ARGE SuedOstLink (Hrsg.) (o. J.): Ermittlung der vorhabenbezogenen Empfindlichkeit und des Konfliktpotenzials. In: ARGE SuedOstLink (Hrsg.) o. J.: SuedOstLink - BBPIG Vorhaben Nr. 5 - „Höchstspannungsleitung Wolmirstedt – Isar; Gleichstrom“ Bundesfachplanung gemäß § 8 NABEG, V Umweltbericht zur Strategischen Umweltprüfung (SUP) Abschnitt C, Kapitel 5: 33-34.
- 13** ARGE SuedOstLink (Hrsg.) (o. J.): Beschreibung der Bundesfachplanung des Vorhabens und seiner allgemeinen Wirkungen – Inhalt, wichtigste Ziele und Beziehung zu anderen relevanten Plänen und Programmen. In: ARGE SuedOstLink (Hrsg.) o. J.: SuedOstLink - BBPIG Vorhaben Nr. 5 - „Höchstspannungsleitung Wolmirstedt – Isar; Gleichstrom“ Bundesfachplanung gemäß § 8 NABEG, Umweltbericht zur Strategischen Umweltprüfung (SUP) Abschnitt C, Kapitel 2: 21-22.
- 14** Bergmann, M., Landgraf-Konschak, A. (2017): Bauabläufe Erdkabel. In: Bergmann & Landgraf-Konschak (2017): Erläuterungsbericht – Anlage 1, Projekt/Vorhaben: 380-kV-Leitung Emden-Ost – Conneforde, Unterlagen zum Planfeststellungsverfahren, Kapitel 5.8: 80-83.
- 15** Schlusemann, B., Hampe, S., Schulze, C. (2017) Ablauf der Bauarbeiten. In: Schlusemann et al. (2017) Erdgasfernleitung Zeelink – Antragsunterlagen für das Planfeststellungsverfahren – Bundesland Nordrhein-Westfalen, Regierungsbezirk Düsseldorf (Abschnitt Station Hochneukirch-Station St. Hubert – Station Dämmerwald) Zeelink GmbH & Co. KG, Teil A: Allgemeiner und Technischer Teil – Erläuterungsbericht, Kapitel 5.3: 57-70.
- 16** Schlusemann, B., Hampe, S., Schulze, C. (2017) Arbeitsstreifen für den Bau. In: Schlusemann et al. (2017) Erdgasfernleitung Zeelink – Antragsunterlagen für das Planfeststellungsverfahren – Bundesland Nordrhein-Westfalen, Regierungsbezirk Düsseldorf (Abschnitt Station Hochneukirch-Station St. Hubert – Station Dämmerwald) Zeelink GmbH & Co. KG, Teil A: Allgemeiner und Technischer Teil – Erläuterungsbericht, Kapitel 5.1.2: 50-54.
- 17** Fröhlich & Sporbeck GmbH & Co. KG, Gesellschaft für Freilandökologie und Naturschutzplanung mbH (GFN), iLF - Consulting Engineers, IBUE Ingenieurbüro für Umwelt und Energie GmbH & Co. KG (2019): Wasser. In: Fröhlich & Sporbeck et al. 2019: Höchstspannungsleitung Brunsbüttel – Großgartach BBPIG Vorhaben Nr. 3 Abschnitt A (von Brunsbüttel bis Scheeßel). Unterlagen nach § 8 NABEG, IV.1 Umweltbericht im Rahmen der strategischen Umweltprüfung, Kapitel 5.4.4: 251-257.
- 18** Fröhlich & Sporbeck GmbH & Co. KG, Gesellschaft für Freilandökologie und Naturschutzplanung mbH (GFN), iLF - Consulting Engineers, IBUE Ingenieurbüro für Umwelt und Energie GmbH & Co. KG (2019): Bewertung der Bereiche mit eingeschränkter Planungsfreiheit. In: Fröhlich & Sporbeck et al. 2019: Höchstspannungsleitung Brunsbüttel – Großgartach BBPIG Vorhaben Nr. 3 Abschnitt A (von Brunsbüttel bis Scheeßel). Unterlagen nach § 8 NABEG, IV.1 Umweltbericht im Rahmen der strategischen Umweltprüfung, Kapitel 5.5.2: 270-279.
- 19** ARGE SuedOstLink (Hrsg.) (o. J.): Vorläufige Bewertung der Umweltauswirkungen im Untersuchungsraum. In: ARGE SuedOstLink (Hrsg.) o. J.: SuedOstLink - BBPIG Vorhaben Nr. 5 - „Höchstspannungsleitung Wolmirstedt – Isar; Gleichstrom“ Bundesfachplanung gemäß § 8 NABEG, Umweltbericht zur Strategischen Umweltprüfung (SUP) Abschnitt C, Kapitel 7: 358-361.
- 20** ARGE SuedOstLink (Hrsg.) (o. J.): Reduktion des Arbeitsstreifens bei Waldquerungen. In: ARGE SuedOstLink (Hrsg.) o. J.: SuedOstLink - BBPIG Vorhaben Nr. 5 - „Höchstspannungsleitung Wolmirstedt – Isar; Gleichstrom“ Bundesfachplanung gemäß § 8 NABEG, Umweltbericht zur Strategischen Umweltprüfung (SUP) Abschnitt C, Kapitel 2.3.1.2: 66.
- 21** ARGE SuedOstLink (Hrsg.) (o. J.): Einsatz der geschlossenen Verfahren. In: ARGE SuedOstLink (Hrsg.) o. J.: SuedOstLink - BBPIG Vorhaben Nr. 5 - „Höchstspannungsleitung Wolmirstedt – Isar; Gleichstrom“ Bundesfachplanung gemäß § 8 NABEG, Umweltbericht zur Strategischen Umweltprüfung (SUP) Abschnitt C, Kapitel 2.3.3.1: 66-67.
- 22** ARGE SuedOstLink (Hrsg.) (o. J.): Zu erwartendes Konfliktpotenzial. In: ARGE SuedOstLink (Hrsg.) o. J.: SuedOstLink - BBPIG Vorhaben Nr. 5 - „Höchstspannungsleitung Wolmirstedt – Isar; Gleichstrom“ Bundesfachplanung gemäß § 8 NABEG, Umweltbericht zur Strategischen Umweltprüfung (SUP) Abschnitt C, Kapitel 5.3: 203-209.



**23** ARGE SuedOstLink (Hrsg.) (o. J.): Geplante Maßnahmen zur Verhinderung, Verringerung und zum Ausgleich von voraussichtlich erheblichen nachteiligen Umweltauswirkungen (§40 (2) Nr. 6 UVPG). In: ARGE SuedOstLink (Hrsg.) o. J.: SuedOstLink - BBPIG Vorhaben Nr. 5 - „Höchstspannungsleitung Wolmirstedt – Isar; Gleichstrom“ Bundesfachplanung gemäß § 8 NABEG, Umweltbericht zur Strategischen Umweltprüfung (SUP) Abschnitt C, Kapitel 6.2: 213-234.

**24** ARGE SuedOstLink (Hrsg.) (o. J.): Schutzgutbezogene Beschreibung der voraussichtlich erheblichen nachteiligen Umweltauswirkungen. In: ARGE SuedOstLink (Hrsg.) o. J.: SuedOstLink - BBPIG Vorhaben Nr. 5 - „Höchstspannungsleitung Wolmirstedt – Isar; Gleichstrom“ Bundesfachplanung gemäß § 8 NABEG, Umweltbericht zur Strategischen Umweltprüfung (SUP) Abschnitt C, Kapitel 6.3: 234-257.

**25** Albrecht, I.; Blanke, B.; Bothe, S.; Drangmeister, D.; Elverich, P.; Meyer, E.-M.; Unbehaun, T. (2017): Eingriffe im Sinne des § 14 BNatSchG. In: Albrecht et al. (2017): Erläuterungsbericht – Anlage 1, Projekt/Vorhaben: 380-kV-Leitung Emden-Ost – Conneforde, Unterlagen zum Planfeststellungsverfahren, Anlage 15.1 - Landschaftspflegerischer Begleitplan, LH-14-323 380-kV-Leitung Emden-Ost – Conneforde, Kapitel 4.3: 63-80.

**26** Albrecht, I.; Blanke, B.; Bothe, S.; Drangmeister, D.; Elverich, P.; Meyer, E.-M.; Unbehaun, T. (2017): Auswirkungen auf Schutzgebiete und geschützte Teile von Natur und Landschaft. In: Albrecht et al. (2017): Anlage 15.1 - Landschaftspflegerischer Begleitplan, LH-14-323 380-kV-Leitung Emden-Ost – Conneforde, Unterlagen zum Planfeststellungsverfahren, Kapitel 4.7: 83-86.

## G Anhang 7: Workshop zu Infrastrukturszenarien auf Basis des Umfeld-Workshops

Tabelle 47 Infrastrukturentwicklung in Szenario BLAU

		Szenario BLAU - "Vernunft und Rationalität"		
Punkt-Infrastruktur und Konzept Band-Infrastruktur	Auswahl	Begründung (1. Durchgang)	ergänzende Kommentare (2. und 3. Durchgang)	Schnittstellen
Lichtwellenleiter	X	Ausgebautes Breitband/Glasfaser, mind. 5G		Strom
Funk	X			Strom
Fernleitungsnetz	X			Strom
Verteilnetz	X			Strom
Rechenzentren, Server				
LNG-Terminals				
CO2-Netz		CO2-Speichermöglichkeiten müssen konsequent genutzt werden		
H2-Netz				
Biogas-Netz	X			
H2-Elektrolyseure				
Photovoltaik	X		Aufgeständert, Verkehrswege als Photov --> in Bundesverkehrs	Mobilität, Wegeplan
Wind	X		viel Offshore	
Kohle Kraftwerk				
Gas-Kraftwerk - nur mit regenerativem Biogas		Biogas braucht Gasleitungen		
Biomasse		keine Konkurrenz zu Nahrung		
Höchstspannung 220-380 kV	X	Supra-Leiter auch für Daten (Gleichzeitigkeit mit Strom)?	Ausbaubedarfe könnten sich reduzieren?	
Hochspannung 110 kV	X			
Mittelspannung 20 kV	X			

		<b>Szenario BLAU - "Vernunft und Rationalität"</b>		
Niederspannung 0,23-0,4 kV	X		Zunehmende Bedeutung durch dez. Energieerzeugung	
KWK Fernwärme - ohne KW keine Fernwärme		Fernwärme verliert an Bedeutung, ggf. durch die Zunahme von Solarthermie oder Biogas		
Nah-Wärme	X		nimmt zu	
Leistungsfähige Speichertechn.	X	Zentral + dezentral intelligent gesteuert, Batterien, E-Pkw, Power-to-x, Power-to-heat		Mobilität, Abwasser, Digitales
Schwarmstrom				digitale Steuerung. Von dez. BHKW, Wärme dezentral/ Strom quasi zentral
E-PKW	X	Sharing, Mobilisierungsreduzierung, 150 Pkw / 1000EW als Zielwert (Städten >100.000 EW)	PKW Plätze reduzieren / Parkhäuser verbieten	
E-LKW	X		Güterverkehr nimmt ab	
Ladesäule	X	gebündelt/s. Sharing		Energie bi-direktional weil auch als Speicher
Raffinerien				
Straßen		nicht mehr Ausbau, weniger Flächen für PKWs		
Radwege/ Radschnellwege	X		Radschnellwege in Bundesverkehrswegeplan mit PV Neubau	
Fußwege	X			
neue Verkehrsfl. (E-Scooter etc)	X			
ÖPNV	X	nimmt zu		
Bahn Personen	X	nimmt zu		
Bahn Güter	X	nimmt zu		

		<b>Szenario BLAU - "Vernunft und Rationalität"</b>		
Schiene	X	ausbauen		
Flüsse / Kanäle = blaue Infrastruktur			Schiffe mit Mülleinsammelgerät ausstatten	Abfall
Kläranlage	X	Städt.gr KA, ländl. dez. KA --> Power-to-x, Ressourcenzentrale Energie		Energie
Wasserwerk				
Mischwasserkanal				
Schmutzwasserkanal		Umbau --> Vakuum!		
Regenwasserkanal				
Trinkw.versorgungsleitung				
Wasserspeicher / Zisterne	X			IKT-Steuerung
Trinkwasseraufbg im Gebäude				
Betriebswasservers.netz (Quartier)	X			
Betriebswasservers. (Gebäude)	X			
Grauwasseraufbereitung	X			
Regenwassermanagement - Quartier	X			
Betriebs- und Regenwasser als Rohwasser für zentrale Wasserversg				
Landw. Bewässerungsleitungen		moderater Ausbau		
Blau-Grüne Infrastrukturen in Siedlungsgebieten (urban: gardening und agriculture ->regionale Versorgung/ Wertschöpfungsketten)		auch Flüsse/Bäche/Moore	planerische Herausforderungen, Flächenkonkurrenz	Verkehrsflächen dürfen temporär überflutet sein
Haustechnik ändert sich		Trockentoilette, Vakuumtoilette, GW-Aufbereitung, Betriebswassernutzung		

**Tabelle 48**      **Infrastrukturentwicklung in Szenario ORANGE**

		<b>Szenario Orange - "Regulie- render und umverteilernder Staat"</b>		
<b>Punkt-Infrastruktur und Konzept (Anlagen) / Band-Infrastruktur (Netze)</b>	<b>Auswahl</b>	<b>Begründung (1. Durchgang)</b>	<b>ergänzende Kom- mentare (2. und 3. Durch- gang)</b>	<b>Schnittstel- len</b>
Lichtwellenleiter	X	Ausbau Glasfasernetz für Digi- talisierung, Industrie 4.0, au- tonomes Fahren		
Funk	X	Ausbau XG		
Fernleitungsnetz				
Verteilnetz				
Rechenzentren, Server				
LNG-Terminals				
CO2-Netz				
H2-Netz	X		Regional unter- schiedl. Zubau, teils Umwidmung, teils Beimischung	
H2-Elektrolyseure	X	erheblicher Zubau		
Photovoltaik	X	starker Zubau Aufdach (na- hezu vollständig verpflich- tend), Freifläche soweit ver- träglich, Integration Stra- ßen/Radwege etc.		Verkehrswege
Wind	X	hoher Zubau offshore, mode- rater Zubau onshore und Schwerpunkt Repowering, höhere Anlagen etc.		
Kohle Kraftwerk		Ausstieg Anfang 2050er ge- schafft		
Gas-Kraftwerk	X	Fortbestehende Flexoption, sukzessive Umstellung auf synthetische Gase		
Biomasse	X	konstantes Niveau		
Höchstspannung 220-380 kV	X	"moderater" Zubau (wo heute absehbar) um Erzeugungs- und Verbrauchsschwerpunkte zu verbinden		
Hochspannung 110 kV	X			

		<b>Szenario Orange - "Regulie- render und umverteiler Staat"</b>		
Mittelspannung 20 kV	X	starker Ausbau aufgrund Regionalisierung Erzeugung		
Niederspannung 0,23-0,4 kV	X	Starker Ausbau aufgrund der Lokalisierung Erzeugung, starker Verbrauch für E-Mobilität mit Verbrauchsspitzen		Mobilitätsbereich
KWK Fernwärme	X		Zubau bei Fernwärmenetzen, Integration von EE (PV/synthetische Gase)	
Nah-Wärme	X	Zubau niedrigtemp. geführter Netze für Quartierslösungen		Abwasser, IKT (Abwärme)
Gasnetz	X	Beimischung von H2 aber kein vollständiger Ersatz		
Batterien u.a. Speicher	X	erheblicher Zubau		
E-PKW	X	generelle Abnahme von PKW, keine Verbrenner mehr nur noch E-PKW, Quartiersparkplätze, Sharing		
E-LKW	X	Brennstoffzellen --> u.a., Langstrecke auch mit Platooning, letzte Meile ja elektrisch, "Verteil-Hubs"		
Tankstellen / Ladesäulen		Rückbau fossil, Zubau Ladesäulen - viele verstreute Ladepunkte, z.B. in Parkhäusern		Strom, IKT
Raffinerien	X	Decarbonisiert, Nebenprodukte für Grundstoffindustrien		
Straßen	X	Rückbau - weil durch "wahre" Preise Rückgang Güterverkehr/Personenverkehr		
Radwege regional und urban	X	Zunahme - besonders Rad-schnellwege, Nutzung für Photovoltaik, Radwege in Bundesverkehrswegeplan aufnehmen		
Fußwege	X			

		<b>Szenario Orange - "Regulie- render und umverteiler Staat"</b>		
neue Verkehrsflächen (E-Scooter etc)		grds. Rückgang der Verkehrsfläche in der Stadt - besonders für ruhenden Verkehr, Sharing ist flächeneffizienter --> Radweg wird eher zur Mehrfachnutzung eingesetzt		
ÖPNV	X	erheblicher Ausbau - bessere Verknüpfung --> Mobilitätskarte fördert Intermodalität		IKT
Bahn Personen	X	steigt		
Bahn Güter	X	steigt		
Schiene	X	Ausbau, weil Klimaschutz --> Personen- + Güterverkehr vollständige Elektrifizierung		
Flüsse / Kanäle	X	aufgrund Klimawandel - wenig verlässlich, eher Puffer auf Schiene, "Schiffsstaubsauger" --> nicht nur Transport, sondern auch Umweltwirkung		
in Summe		integrierte Verkehrswegeplanung		IKT für autonomen Verkehr
in Summe		insgesamt geht Nachfrage nach Mobilität und Gütertransport zurück		
Kläranlage	X	weiter zentrale KA, flankierend semizentrale Anlagen, energieautarke KA -> Biogas		Energie
Wasserwerk				
Mischwasserkanal	X	tendenziell Umbau zu Trennsystem	stabiler Bestand, weil Regulierung auf Quartiersebene	
Schmutzwasserkanal	X		Stabilität aufgrund konstanter Bevölkerung	
Regenwasserkanal	X		stabiler Bestand, weil Regulierung auf Quartiersebene	
Trinkwasserversg.ltg	X			
Wasserspeicher / Zisterne			Ausbau in erheblichem Umfang	Grauwassernutzung,

		<b>Szenario Orange - "Regulierender und umverteiler Staat"</b>		
				landwirtschaftliche Bewässerung
Trinkwasseraufbereitung im Gebäude			Ausbau in deutlichem Umfang	Grauwassernutzung
Betriebswasserversorgungsnetz (Quartier)	X	Option der Ressourceneffizienz		
Betriebswasserversorgung (Gebäude)	X	Option der Ressourceneffizienz		
Grauwasseraufbereitung	X	nimmt zu --> Maßnahme der Ressourceneffizienz		
Regenwassermanagement im Quartier	X	nimmt zu --> Planungsstandard		MW u. RW
Betriebs- und Regenwasser als Rohwasser für zentrale Wasserversorgung				
Landw.Bewässerungsleitg.	X	ausgebaut		
Blau-Grüne Infrastrukturen in Siedlungsgebieten	X	werden gekoppelt und integriert geplant --> Herausforderung für Stadtplanung --> Flächenbedarfe	dezentrale Versickerung zur Grundwasserneubildung	MW u. RW, landwirtschaftliche Bewässerung